

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-103175

(43)Date of publication of application : 02.04.2004

(51)Int.Cl.

G11B 7/0045
G11B 7/125

(21)Application number : 2002-266501

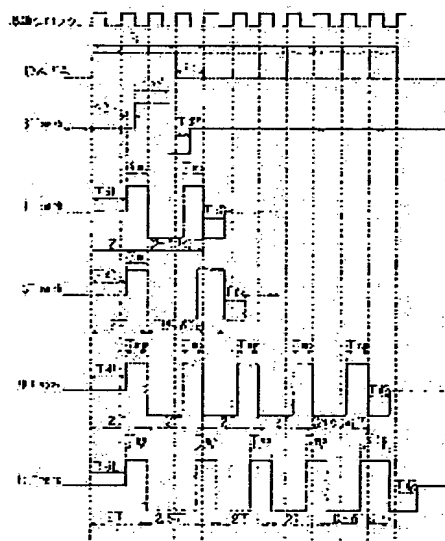
(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 12.09.2002

(72)Inventor : SAWADA YASUO
KATO MASANORI**(54) INFORMATION RECORDING METHOD, INFORMATION RECORDING APPARATUS AND OPTICAL INFORMATION RECORDING MEDIUM****(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To regulate an easy-to-design strategy capable of improving the consistency of mark shapes particularly when n of nT is an odd number as for a recording system for forming a recording mark with a multi-pulse sequence which is increased by one pulse with an irradiation power P_w for every increase of $2T$ in a temporal length nT .

SOLUTION: When n is an odd number and $n \geq 7$, a period from the fall of a first pulse to the fall of a second pulse is set to be $2.5T$, and a period corresponding to a last pulse is set to be $(2+\delta 1_0)T$ where the value of $\delta 1_0$ is optimized within a range of $0 < \delta 1_0 \leq 1$. In this way, the multi-pulse sequence can be adjusted from the front pulse side and the rear pulse side so that an overall consistency can be realized in the mark shape upon recording the mark. At the same time, when $n \geq 4$, the fall of the first pulse is synchronized with a basic clock, and the fall of the second pulse and the rest of the pulses except for the last pulse are also synchronized with the basic clock by irradiating the pulses at periods of $2.5T$ or $2T$. In this way, the design of a recording strategy generation circuit that generates the actual recording strategy can be simplified.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

BEST AVAILABLE COPY

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-103175

(P2004-103175A)

(43) 公開日 平成16年4月2日 (2004.4.2)

(51) Int. Cl.⁷

G 1 1 B 7/0045

G 1 1 B 7/125

F 1

G 1 1 B 7/0045

G 1 1 B 7/125

A

C

テーマコード (参考)

5 D 0 9 0

5 D 1 1 9

5 D 7 8 9

審査請求 未請求 請求項の数 31 O L (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願2002-266501 (P2002-266501)

(22) 出願日 平成14年9月12日 (2002.9.12)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(74) 代理人 100101177

弁理士 柏木 慎史

(74) 代理人 100102130

弁理士 小山 尚人

(74) 代理人 100072110

弁理士 柏木 明

(72) 発明者 沢田 康雄

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(72) 発明者 加藤 将紀

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報記録方法、情報記録装置及び光情報記録媒体

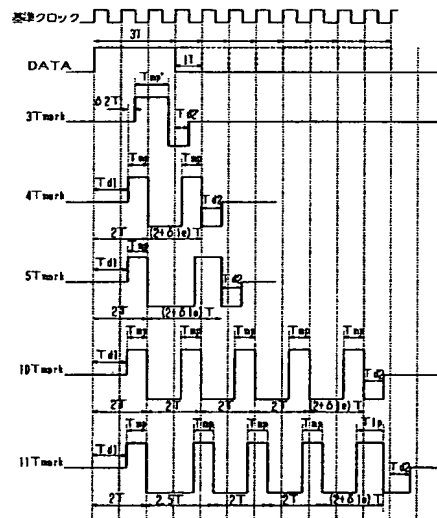
(57) 【要約】

【課題】 時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルスを1個増加させたマルチパルスにより記録マークを形成する記録方式に関して、特に、 nT の n が奇数の場合のマーク形状をより均一に形成できる設計容易なストラテジを規定する。

【解決手段】 $n \geq 7$ の奇数なる場合に関して、第1のパルスから第2のパルスの周期を $2.5T$ とし、かつ、最終パルス側の周期を $(2 + \delta_1)T$ とし、 $0 < \delta_1 \leq 1$ の範囲で δ_1 を適正化することで、マルチパルスの先頭側と最終側とのバランスの採れたパルス調整となり、全体的に均一性のよいマーク形状となる記録が可能となるようにした。同時に、 $n \geq 4$ の場合の第1のパルス立下り位置を基本クロックに同期させ、第2のパルス以降の立下り位置も、最終パルスを除き、 $2.5T$ 周期や $2T$ 周期により基本クロックに同期させることで、実際にストラテジを生成するストラテジ回路の設計の容易化を図れるようにした。

【選択図】

図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

記録マークの時間的長さが基本クロック周期 T の n 倍 (n は自然数) なる nT で表されるマーク長記録方式により情報を光情報記録媒体に記録する情報記録方法において、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルス 1 個増加させたマルチパルスにより記録マークを形成する際に、 $n \geq 4$ の場合の前記マルチパルスの第 1 のパルスの立下り位置を前記基本クロックに同期させるとともに、 n が $n \geq 7$ なる奇数の場合の前記マルチパルスに関して、第 1 のパルスから第 2 のパルスまでの周期を $2T$ より大きくて前記基本クロックに同期した周期とし、最終パルスを除く第 3 のパルス以降の周期を $2T$ とし、最終パルスより 1 つ前のパルス立下り位置から最終パルスの立下り位置までの時間 T_{10} としたとき $T_{10} = (2 + \delta_{10})T$ 、 $0 < \delta_{10} \leq 1$ とする記録ストラテジを用いるようにしたことを特徴とする情報記録方法。

10

【請求項 2】

$2T$ より大きくて前記基本クロックに同期した第 1 のパルスから第 2 のパルスまでの周期が、 $2.5T$ であることを特徴とする請求項 1 記載の情報記録方法。

【請求項 3】

n が $n \geq 6$ なる偶数の場合の前記マルチパルスに関して、第 2 のパルス以降の周期を $2T$ とし、最終パルスより 1 つ前のパルス立下り位置から最終パルスの立下り位置までの時間 T_{1e} としたとき $T_{1e} = (2 + \delta_{1e})T$ 、 $0 \leq \delta_{1e} \leq 1$ とする記録ストラテジを用いるようにしたことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の情報記録方法。

20

【請求項 4】

$\delta_{1e} = 0$ としたことを特徴とする請求項 3 記載の情報記録方法。

【請求項 5】

論理的データパルスの立上り位置から前記マルチパルスの第 1 のパルスの立上り位置までの時間を、 $n \geq 4$ の場合を T_{d1} とし、 $n = 3$ の場合を T_{d13} とすると、 $T_{d13} = T_{d1} + \delta_2 T$ 、 $0 \leq \delta_2 \leq 1$ とする記録ストラテジを用いるようにしたことを特徴とする請求項 1 ないし 4 の何れか一記載の情報記録方法。

【請求項 6】

照射パワー P_w のパルス間を照射パワー P_b (ただし、 $P_w > P_b$) の光で照射するようにしたことを特徴とする請求項 1 ないし 5 の何れか一記載の情報記録方法。

30

【請求項 7】

マーク間を記録する際に照射パワー P_e (ただし、 $P_w > P_e > P_b$) の光で照射するようにしたことを特徴とする請求項 6 記載の情報記録方法。

【請求項 8】

前記マルチパルスの最終パルス照射後に照射パワー P_b の最終オフパルスを付加し、この最終オフパルスに続けて照射パワー P_e のパルスを付加し、当該照射パワー P_e のパルスの立上り位置と論理的データパルスの立下り位置との間隔を、 $n \geq 4$ 以上の場合 T_{d2} 、 $-1T \leq T_{d2} \leq 1T$ とし、 $n = 3$ の場合は T_{d2}' 、 $-1T \leq T_{d2}' \leq 1T$ とする記録ストラテジを用いるようにしたことを特徴とする請求項 7 記載の情報記録方法。

【請求項 9】

前記マルチパルスにおける第 m 番目 (m は自然数) の最終パルスの照射パワー P_w の照射時間を $T_{on}(n, m)$ とし、他のパルスの照射パワー P_w の照射時間を $T_{on}(n, i)$ ($i = 1 \sim (m-1)$) としたとき、 $3T$ 及び $n \geq 5$ の奇数の場合の最終パルスの照射時間 $T_{on}(n, m) = T_{1p}$ を除き、全ての照射時間 $T_{on}(n, i) = \text{定数 } T_{mp}$ (ただし、 $0.5T \leq T_{mp} \leq 1.5T$) で等しくし、かつ、 $T_{1p} = T_{mp} + \delta_3 T$ とするとき、 $0 \leq \delta_3 \leq 1$ とする記録ストラテジを用いるようにしたことを特徴とする請求項 8 記載の情報記録方法。

40

【請求項 10】

T_{1p} 及び T_{mp} を光情報記録媒体に依らず一定とする記録ストラテジを用いるようにしたことを特徴とする請求項 9 記載の情報記録方法。

50

【請求項 11】

記録時の走査速度 v を v_L , v_H (ただし、 $v_L < v_H$)、各々の走査速度 v_L , v_H による記録時の基本クロック周期 T を $T(v_L)$, $T(v_H)$ とし、 $v_L \times T(v_L) = v_H \times T(v_H)$ なる線密度一定の関係が成立するとき、走査速度 v_L での記録時の定数 T_{mp} を $T_{mp}(v_L)$ 、走査速度 v_H での記録時の定数 T_{mp} を $T_{mp}(v_H)$ とすると

$T_{mp}(v_H) < T_{mp}(v_L)$ 、かつ、

$T_{mp}(v_H) / T(v_H) > T_{mp}(v_L) / T(v_L)$

を満たす記録ストラテジを用いるようにしたことを特徴とする請求項 9 又は 10 記載の情報記録方法。

10

【請求項 12】

記録時の最低走査速度を v_0 、その時の基本クロック周期を T_0 とし、 α (ただし、 α は $\alpha \geq 1$ なる実数) を用いて記録時の走査速度が $v = \alpha \times v_0$ 、基本クロック周期が $T = T_0 / \alpha$ で表されるとき、パルスの照射時間 T_{mp} が α の関数

$T_{mp}(\alpha) / T(\alpha) = a \times \alpha + b$

(ただし、 a は $0.1 \leq a \leq 0.4$ 、 b は $0.1 \leq b \leq 0.4$ なる定数)

で表される記録ストラテジを用いるようにしたことを特徴とする請求項 11 記載の情報記録方法。

【請求項 13】

$n = 3$ のときの照射時間 T_{mp} を $T_{mp}'(v)$ とするとき、

$T_{mp}'(v_H) / T_{mp}'(v_L) = T_{mp}(v_H) / T_{mp}(v_L)$

であることを特徴とする請求項 11 記載の情報記録方法。

20

【請求項 14】

$T_{d1} / T(v)$, $T_{d2} / T(v)$, T_{d2}' / T が走査速度 v に依らず一定であることを特徴とする請求項 11 ないし 13 の何れか一記載の情報記録方法。

【請求項 15】

$\delta_{10} / T(v)$, $\delta_2 / T(v)$, $\delta_3 / T(v)$ が走査速度 v に依らず一定であることを特徴とする請求項 11, 12 又は 14 記載の情報記録方法。

【請求項 16】

記録マークの時間的長さが基本クロック周期 T の n 倍 (n は自然数) なる nT で表されるマーク長記録方式により情報を光情報記録媒体に対して記録する情報記録装置において、前記光情報記録媒体を回転させる回転駆動機構と、

30

前記光情報記録媒体に対して照射する光ビームを発するレーザ光源と、

このレーザ光源を発光させる光源駆動手段と、

前記レーザ光源が発する光ビームの発光波形に関する記録ストラテジが設定されて前記光源駆動手段を制御する発光波形制御手段と、

回転駆動される前記光情報記録媒体とこの光情報記録媒体に照射される前記光ビームとの間の相対的な走査速度を制御する速度制御手段と、

を備え、

前記発光波形制御手段は、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルス 1 個増加させたマルチパルスにより記録マークを形成する際に、 $n \geq 4$ の場合の前記マルチパルスの第 1 のパルスの立下り位置を前記基本クロックに同期させるとともに、 n が $n \geq 7$ なる奇数の場合の前記マルチパルスに関して、第 1 のパルスから第 2 のパルスまでの周期を $2T$ より大きくて前記基本クロックに同期した周期とし、最終パルスを除く第 3 のパルス以降の周期を $2T$ とし、最終パルスより 1 つ前のパルス立下り位置から最終パルスの立下り位置までの時間 T_{10} としたとき $T_{10} = (2 + \delta_{10})T$ 、 $0 < \delta_{10} \leq 1$ とする記録ストラテジを用いることを特徴とする情報記録装置。

40

【請求項 17】

前記発光波形制御手段は、 $2T$ より大きくて前記基本クロックに同期した第 1 のパルスから第 2 のパルスまでの周期を、 $2.5T$ とすることを特徴とする請求項 16 記載の情報記

50

録装置。

【請求項 18】

前記発光波形制御手段は、 n が $n \geq 6$ なる偶数の場合の前記マルチパルスに関して、第 2 のパルス以降の周期を $2T$ とし、最終パルスより 1 つ前のパルス立下り位置から最終パルスの立下り位置までの時間 T_{1e} としたとき $T_{1e} = (2 + \delta_{1e})T$ 、 $0 \leq \delta_{1e} \leq 1$ とする記録ストラテジを用いることを特徴とする請求項 16 又は 17 記載の情報記録装置。

【請求項 19】

前記発光波形制御手段は、 $\delta_{1e} = 0$ とすることを特徴とする請求項 18 記載の情報記録装置。

10

【請求項 20】

前記発光波形制御手段は、論理的データパルスの立上り位置から前記マルチパルスの第 1 のパルスの立上り位置までの時間を、 $n \geq 4$ の場合を T_{d1} とし、 $n = 3$ の場合を T_{d13} とすると、 $T_{d13} = T_{d1} + \delta_2 T$ 、 $0 \leq \delta_2 \leq 1$ とする記録ストラテジを用いることを特徴とする請求項 16 ないし 19 の何れか一記載の情報記録装置。

【請求項 21】

前記発光波形制御手段は、照射パワー P_w のパルス間を照射パワー P_b (ただし、 $P_w > P_b$) の光で照射するようにしたことを特徴とする請求項 16 ないし 20 の何れか一記載の情報記録装置。

【請求項 22】

前記発光波形制御手段は、マーク間を記録する際に照射パワー P_e (ただし、 $P_w > P_e > P_b$) の光で照射するようにしたことを特徴とする請求項 21 記載の情報記録装置。

20

【請求項 23】

前記発光波形制御手段は、前記マルチパルスの最終パルス照射後に照射パワー P_b の最終オフパルスを付加し、この最終オフパルスに続けて照射パワー P_e のパルスを付加し、当該照射パワー P_e のパルスの立上り位置と論理的データパルスの立下り位置との間隔を、 $n \geq 4$ 以上の場合 T_{d2} 、 $-1T \leq T_{d2} \leq 1T$ とし、 $n = 3$ の場合は T_{d2}' 、 $-1T \leq T_{d2}' \leq 1T$ とする記録ストラテジを用いることを特徴とする請求項 22 記載の情報記録装置。

【請求項 24】

前記発光波形制御手段は、前記マルチパルスにおける第 m 番目 (m は自然数) の最終パルスの照射パワー P_w の照射時間を $T_{on}(n, m)$ とし、他のパルスの照射パワー P_w の照射時間を $T_{on}(n, i)$ ($i = 1 \sim (m-1)$) としたとき、 $3T$ 及び $n \geq 5$ の奇数の場合の最終パルスの照射時間 $T_{on}(n, m) = T_{1p}$ を除き、全ての照射時間 $T_{on}(n, i) = \text{定数 } T_{mp}$ (ただし、 $0.5T \leq T_{mp} \leq 1.5T$) で等しくし、かつ、 $T_{1p} = T_{mp} + \delta_3 T$ とするとき、 $0 \leq \delta_3 \leq 1$ とする記録ストラテジを用いることを特徴とする請求項 23 記載の情報記録装置。

30

【請求項 25】

前記発光波形制御手段は、 T_{1p} 及び T_{mp} を光情報記録媒体に依らず一定とする記録ストラテジを用いることを特徴とする請求項 24 記載の情報記録装置。

40

【請求項 26】

前記発光波形制御手段は、記録時の走査速度 v を v_L 、 v_H (ただし、 $v_L < v_H$)、各々の走査速度 v_L 、 v_H による記録時の基本クロック周期 T を $T(v_L)$ 、 $T(v_H)$ とし、 $v_L \times T(v_L) = v_H \times T(v_H)$ なる線密度一定の関係が成立するとき、走査速度 v_L での記録時の定数 T_{mp} を $T_{mp}(v_L)$ 、走査速度 v_H での記録時の定数 T_{mp} を $T_{mp}(v_H)$ とすると、
 $T_{mp}(v_H) < T_{mp}(v_L)$ 、かつ、
 $T_{mp}(v_H) / T(v_H) > T_{mp}(v_L) / T(v_L)$
 を満たす記録ストラテジを用いることを特徴とする請求項 24 又は 25 記載の情報記録装置。

50

【請求項 27】

前記発光波形制御手段は、記録時の最低走査速度を v_0 、その時の基本クロック周期を T_0 とし、 α (ただし、 α は $\alpha \geq 1$ なる実数) を用いて記録時の走査速度が $v = \alpha \times v_0$ 、基本クロック周期が $T = T_0 / \alpha$ で表されるとき、パルスの照射時間 T_{mp} が α の関数 $T_{mp}(\alpha) / T(\alpha) = a \times \alpha + b$

(ただし、 a は $0.1 \leq a \leq 0.4$ 、 b は $0.1 \leq b \leq 0.4$ なる定数)

で表される記録ストラテジを用いることを特徴とする請求項 26 記載の情報記録装置。

【請求項 28】

前記発光波形制御手段は、 $n = 3$ のときの照射時間 T_{mp} を $T_{mp}'(v)$ とするとき、 $T_{mp}'(v_H) / T_{mp}'(v_L) = T_{mp}(v_H) / T_{mp}(v_L)$

とすることを特徴とする請求項 26 記載の情報記録装置。

10

【請求項 29】

前記発光波形制御手段は、 $T_{d1} / T(v)$ 、 $T_{d2} / T(v)$ 、 T_{d2}' / T を走査速度 v に依らず一定とすることを特徴とする請求項 26 ないし 28 の何れか一記載の情報記録装置。

【請求項 30】

前記発光波形制御手段は、 $\delta_{10} / T(v)$ 、 $\delta_2 / T(v)$ 、 $\delta_3 / T(v)$ を走査速度 v に依らず一定とすることを特徴とする請求項 26、27 又は 29 記載の情報記録方法。

【請求項 31】

請求項 1 ないし 15 の何れか一記載の情報記録方法を使用して情報の記録が行われる光情報記録媒体であって、

20

記録ストラテジに関して、最終パルスより 1 つ前のパルス立下り位置から最終パルスの立下り位置までの時間 T_{10} を規定するパラメータ δ_{10} の情報がプリフォーマットされていることを特徴とする光情報記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、記録可能な光情報記録媒体、特に CD-RW、DVD-RAM、DVD-RW、DVD+RW 等の相変化型の光情報記録媒体に適した情報記録方法、情報記録装置及び光情報記録媒体に関する。

30

【0002】

【従来の技術】

近年、光情報記録媒体の高速記録の需要が高まっている。特に、ディスク状の光記録媒体の場合、回転速度を高くすることで記録・再生速度を上げることが可能なため、高速化が進んでいる。光ディスクの中でも記録時に照射する光の強度変調のみで記録が可能である光記録媒体は、その記録機構の単純さから、媒体と記録装置の低価格化が可能であると同時に、再生も強度変調された光を用いているため、再生専用装置との高い互換性が確保できることから普及が進み、近年の電子情報の大容量化により、さらに高密度化・高速記録化の需要が高くなっている。

40

【0003】

このような光ディスクのうち、多数回の書換えが可能であることから、相変化材料を用いたものが主流となってきている。相変化材料を用いた光ディスクの場合、照射する光ビームの強度変調により、記録層材料を急冷状態と徐冷状態を作ることによって記録を行う。急冷状態になると、記録層材料は非晶質（アモルファス）となり、徐冷状態になると結晶となる。非晶質と結晶では光学的な物性が異なるため、光情報を記録することができる。

【0004】

記録原理が、このような記録層材料の「急冷」と「徐冷」という複雑な機構を用いているため、高速での記録には、パルス分割され、3 値に強度変調された記録光を媒体に照射することで行うようにしたものがあり、その記録方法についても例示されている（例えば、

50

特許文献 1, 2、非特許文献 1, 2, 3 参照)。

【0005】

これらの記録方法では、図 22 (a) に示すようなマークを図 22 (b) に示すようにマークのある部分を High、ない部分を Low であるデータとすると、時間的長さが基本クロック周期 T の整数倍になるマーク長及びマーク間記録方法を用いる場合に適用される。即ち、記録されるマークは自然数 n を用いると時間的長さ nT となる。自然数 n の範囲はその変調方式により異なり、コンパクトディスク CD 系では 3 ~ 11 であり、DVD 系では 3 ~ 11 と 14 となっている。図 22 は $n = 6$ の場合を例示している。

【0006】

上記従来技術では、図 22 (c) に示すように、時間的長さ nT のマークを形成するために m 個のマルチパルス照射している。 m は n に依存しており、その関係は $m = n - 1$ 又は $m = n - 2$ である。これは CD、DVD では n の最小値が 3 であることに起因している。また、パルスの照射周期、即ち、各パルスの立上り周期は図 22 (c) に示す通り $1T$ となる。 $m = n - 2$ の場合も同様であり、図 22 (d) に示す通り、パルスの照射周期は $1T$ となる。ただし、何れの場合においても、第 1 のパルスの周期及び幅は独自に設定されている。

【0007】

この記録方法はマーク長が $1T$ 長くなるとパルスの数を 1 個追加するだけで対応できるのが特徴であり、マーク長記録方式に非常に適した記録方法とされている。

【0008】

しかし、記録速度が速くなると、基本クロック周波数が高くなり、24 倍速相当の CD-RW では約 104 MHz、5 倍相当の DVD-RW、DVD+RW では約 131 MHz となるため、従来の記録方法 (記録ストラテジ) では、パルス照射時間の内、立上り及び立下りに要する時間の占める割合が高くなり、実効的な照射光エネルギー、即ち、積分値が低くなってしまう。

【0009】

図 23 にその例を示す。点線で示した理想的な照射波形に対して、実際の発光波形は、立上り、立下りに時間を要するために、図 23 (a) に点線で示すような矩形にはならず、実線で示すようになる。さらに、基本クロックが高くなり基本クロック周期が、図 23 (b) に示すように、立上り、立下り時間の占める比率が高くなり、十分高いピークパワー P_w と十分低いボトムパワー P_b が確保できなくなる。つまり、ピークパワー P_w は ΔP_w だけ低くなり、ボトムパワー P_b は ΔP_b だけ高くなってしまふ。ピークパワー P_w が低くなることで、アモルファス化するのに十分な温度に上昇する体積が減少してしまい、また、ボトムパワー P_b が十分に低くないと、急冷ができず再結晶化が促進され、結果としてアモルファス領域の体積が減少してしまふ。従って、再生信号振幅の低下となり、再生信頼性を著しく低下させることになる。

【0010】

このような現象を解決するためには、立上り、立下り時間の短い発光が可能な光源 (レーザーダイオードとその駆動装置) が必要となるが、100 MHz を超える周波数に対応するためには、立上り、立下りに要する時間を 1 ns 以下とすることが必要であり、非常に困難となる。

【0011】

そこで、現行の発光光源のままで高速記録する技術として、記録パルスを減らすことで対応する方法が提案されている (例えば、特許文献 3, 4 参照)。この技術によれば、従来では基本クロック周期 T の n 倍の長さ、つまり、 nT のマークを形成するために、 $(n - 1)$ 個のパルスを照射させることで行っていたところを、 n が偶数、つまり、 $n = 2m$ の場合は m 個のパルス照射でマークを形成し、 n が奇数、つまり、 $n = 2m + 1$ の場合も m 個のパルス照射でマークを形成する。即ち、CD-RW で採用されている EFM 変調方式では n は 3 から 11 までの自然数であることから、 $n = 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11$ に対して照射パルス数は 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 であった。こ

10

20

30

40

50

れに対して、上記提案例では、 $n = 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11$ に対して照射パルス数は $1, 2, 2, 3, 3, 4, 4, 5, 5$ となり、略半数の照射パルス数となる。従って、図 23 (c) に示すように、1 パルスの照射時間は $(n - 1)$ 個の場合の $0.5 T$ 相当から、 $1 T$ 相当なる略 2 倍となるため、立上り、立下り時間の影響を受けにくくなる。

【0012】

一方、長さの異なる記録マーク $2mT$ と $(2m + 1)T$ とを m 個の同数のパルス照射で形成するため、照射周期を一定とすることができなくなる。このため、 $n = 2m$ の記録マークのみ、任意のパルスの照射時間 ($P = P_w$ の時間) と冷却時間 ($P = P_b$ の時間) とを短くすることで行っている。

10

【0013】

例えば、時間的長さ nT の記録マークを形成するために、 m 個のマルチパルスを用いる記録方法が開示されており、その比率 $n/m \geq 1.25$ としていると同時に、 $n = 2m$ と $n = 2m + 1$ との長さの異なる記録マークを m 個の同数のパルス照射で記録する技術についても詳細に記述されている (例えば、特許文献 5 参照)。同数のパルス照射で長さを調整する方法については、第 1 のパルスの照射時間と冷却時間及び最終パルスの照射時間と冷却時間を調整することで可能としている。

【0014】

しかし、基本的には各々のマーク長さに対して、全てのパルスの照射時間、冷却時間を定義することになる。コンパクトディスクで用いられている EFM (Eight to Fourteen Modulation) : 8-16 変調) の場合は 69 個のパラメータが必要であり、DVD で用いられる EFM+ (8-16 変調の一種) を用いる場合は 77 個のパラメータが必要となる。定義するパラメータを少なくするために、 $m \geq 3$ の第 1 のパルスの照射時間を n に依らず統一する手法、 $m \geq 3$ の場合の中間パルス (第 1 のパルス、最終パルスを除くパルス) の照射時間と冷却時間とを統一する手法などが提案されているが、 $m = 1, 2$ の場合、つまり、 $n \leq 5$ の場合は、各々について独自にパラメータを設定する必要があるとしている。従って、記録発光波形 (記録ストラテジ) を定義するために非常に多くのパラメータが必要となっている。さらに、記録速度 (走査速度) が異なる場合は、その記録速度毎に異なるパターンが必要とされており、統一可能なパラメータとして $P = P_w$ の照射時間 (記録速度によって変化するクロック周期に対する相対時間ではなく、パルス幅の実時間) を記録速度に依らず一定にすることで解決できるとしている。

20

30

【0015】

また、CD-R/RW, DVD+RW/R に代表される追記型又は書換え型光ディスクの場合は、ディスクの記録条件に関わるパラメータをディスク自身にプリフォーマットしておくのが一般的である。ディスク情報をプリフォーマットとして記録する方法の例として CD-R/RW の ATIP (Absolute Time In Pregroove) Extra Informations に記録される情報や、DVD+RW/R の ADIP (Address In Pregroove) の Physical Information がある。これらの情報にはディスクの種類や準拠する標準のバージョンなどの基本的な条件と同時に、記録可能な走査速度、最適な記録パワー及び最適な記録パワーをテスト記録にて算出するために必要なパラメータや最適な記録ストラテジを規定するパラメータなどが記録されている。最適な記録ストラテジを規定するパラメータとしては、CD-RW の標準規格書によると $\epsilon (= P_e/P_w)$, Strategy Optimization (dT_{top} , dT_{era}) があり、DVD+RW の標準規格書によると、 T_{top} , dT_{top} , T_{mp} , dT_{era} , ϵ_1 , ϵ_2 がある。

40

【0016】

情報記録装置はディスクに記録するときにこれらの情報を読み取り、記録ストラテジを決定する。そのため、パラメータとしては詳細に決定されていることが、記録装置は正確な記録ストラテジを設定することができるためには好ましいが、情報量が多くなる欠点がある

50

。特に、CD-R/RWシステムの場合はプリフォーマットできる情報量(容量)に制限があり、CD-RWの場合で21ビット×6=126ビット分の情報しか入れることができない。それ以上の情報を付加する場合は、ディスク最内周部又は最外周部の未使用領域に新しく定義した領域、例えば、CD-R Multi Speedで採用されるXAA (Extra Additional Information Area) などを使用するか、プリピット等で情報を記録する必要がある。

【0017】

記録装置では、これらのプリフォーマットされたディスク情報を前述の通り記録動作時に装置に読み込み、最適な記録ストラテジを設定するが、ディスク毎に多量のパラメータが設定されていると処理する内容が煩雑になるため、ストラテジ発生回路が複雑になってしまう。

10

【0018】

【特許文献1】

特開平9-219021号公報

【特許文献2】

特開平9-138947号公報

【特許文献3】

特開平9-134525号公報

【特許文献4】

米国特許第5732062号明細書

20

【特許文献5】

特開2001-331936公報

【非特許文献1】

Recordable Compact Disc System Part III (通称Orange Book Part III) version 2.0

【非特許文献2】

Recordable Compact Disc System Part III (通称Orange Book Part III) Volume 2 version 1.1

【非特許文献3】

DVD+RW Basic Format Specification version 1.1

30

【0019】

【発明が解決しようとする課題】

パルス照射時間は極力均一であることが望ましいが、前述したように、長さの異なる記録マーク2mTと(2m+1)Tとをm個の同数パルス照射するため、照射周期を一定に均一化することはできないわけであるが、この場合に、記録マークnTのnの値に応じて照射周期を設定するとストラテジ回路が複雑となる。

特に、個々の照射周期の設定となり、照射パルスが基本クロックのタイミングに対して個々のタイミングとなると、実際の回路設計が極めて困難となる。

【0020】

また、長さの異なる記録マーク2mTと(2m+1)Tとをm個の同数パルス照射するという制約の下、通称Orange Book Part III等の標準規格書に従い、記録マークnTのnの値が奇数の場合の最終パルスのみのパルス幅等を調整する方式によると、最終パルスと他のパルスとによる照射状況の違いが大きすぎて形成されるマークの形状が均一でなくなる(最終パルス側のマーク形状が大きくなる傾向にある)。この結果、このような記録マークに関する再生信号の波形が歪み、ジッタが増加してしまう。

40

【0021】

また、前述したような理由からストラテジの規定は、極力少ないパラメータで正確なものが望まれる。

【0022】

50

本発明の目的は、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルス を 1 個増加させたマルチパルスにより記録マークを形成する高速記録に対応可能な記録方式に関して、特に、 nT の n が奇数の場合のマーク形状をより均一に形成することが可能なストラテジを規定することで、その再生信号の波形の歪みを減らすことが可能な情報記録方法、情報記録装置及び光情報記録媒体を提供することである。

【0023】

また、本発明の目的は、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルス を 1 個増加させたマルチパルスにより記録マークを形成する高速記録に対応可能な記録方式に関して、実際の回路設計を容易にし得る情報記録方法、情報記録装置及び光情報記録媒体を提供することである。

10

【0024】

加えて、本発明の目的は、高速記録に対応する複雑な記録ストラテジを規定する多数のパラメータを用いる記録方法ではなく、数少ないパラメータの規定のみで、複数の走査線速度に対応できる最適なストラテジを設定することが可能な情報記録方法、情報記録装置及び光情報記録媒体を提供することである。

【0025】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 記載の発明は、記録マークの時間的長さが基本クロック周期 T の n 倍 (n は自然数) なる nT で表されるマーク長記録方式により情報を光情報記録媒体に記録する情報記録方法において、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルス を 1 個増加させたマルチパルスにより記録マークを形成する際に、 $n \geq 4$ の場合の前記マルチパルスの第 1 のパルスの立下り位置を前記基本クロックに同期させるとともに、 n が $n \geq 7$ なる奇数の場合の前記マルチパルスに関して、第 1 のパルスから第 2 のパルスまでの周期を $2T$ より大きくて前記基本クロックに同期した周期とし、最終パルスを除く第 3 のパルス以降の周期を $2T$ とし、最終パルスより 1 つ前のパルス立下り位置から最終パルスの立下り位置までの時間 $T_{1,0}$ としたとき $T_{1,0} = (2 + \delta_{1,0})T$ 、 $0 < \delta_{1,0} \leq 1$ とする記録ストラテジを用いるようにした。

20

【0026】

従って、基本的に、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルス を 1 個増加させたマルチパルスにより記録マークを形成する記録ストラテジを利用するので、1 パルス当りの照射時間を基本クロック周期 T に対して長くとれるため、発光の立上りに要する時間の影響を少なくでき、低い記録パワーで高い変調度と低いジッタを実現できる。この際、特に、 $n \geq 7$ の奇数の場合のマルチパルスに関して、第 1 のパルスから第 2 のパルスの周期を $2T$ より広めにするとともに、最終パルス側の周期を $(2 + \delta_{1,0})T$ とし、 $0 < \delta_{1,0} \leq 1$ の範囲で $\delta_{1,0}$ を適正化することで、マルチパルスの先頭側と最終側とのバランスの採れたパルス調整となり、最終パルスのみの調整による場合のようにマーク形状が極端に均一でなくなるようなことがなく、全体的に均一性のよいマーク形状となる記録が可能となり、この結果、再生信号の波形の歪みを抑制でき、ジッタ特性を改善することができ、また、 $n \geq 4$ なるマルチパルスに関して第 1 のパルス立下り位置を基本クロックに同期させるとともに、第 2 のパルス以降の立下り位置も、最終パルスを除き、 $2.5T$ 周期や $2T$ 周期により基本クロックに同期させているので、実際にストラテジを生成するストラテジ回路の設計が容易なものとなる。

30

40

【0027】

請求項 2 記載の発明は、請求項 1 記載の情報記録方法において、 $2T$ より大きくて前記基本クロックに同期した第 1 のパルスから第 2 のパルスまでの周期が、 $2.5T$ である。

【0028】

従って、 $2T$ より大きくて基本クロックに同期した第 1 のパルスから第 2 のパルスまでの周期の典型例として $2.5T$ を提供できる。

【0029】

請求項 3 記載の発明は、請求項 1 又は 2 記載の情報記録方法において、 n が $n \geq 6$ なる偶

50

数の場合の前記マルチパルスに関して、第2のパルス以降の周期を $2T$ とし、最終パルスより1つ前のパルス立下り位置から最終パルスの立下り位置までの時間 T_{1e} としたとき $T_{1e} = (2 + \delta_{1e})T$ 、 $0 \leq \delta_{1e} \leq 1$ とする記録ストラテジを用いるようにした。

【0030】

従って、 n に関して奇数、偶数の何れについても、特性に影響の少ないパラメータを統一しているため、少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0031】

請求項4記載の発明は、請求項3記載の情報記録方法において、 $\delta_{1e} = 0$ としたことを特徴とする。

【0032】

従って、特に、 n が $n \geq 6$ なる偶数の場合のマルチパルスに関しては、第2のパルス以降の周期を全て $2T$ に統一することができ、より少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0033】

請求項5記載の発明は、請求項1ないし4の何れか一記載の情報記録方法において、論理的データパルスの立上り位置から前記マルチパルスの第1のパルスの立上り位置までの時間を、 $n \geq 4$ の場合を T_{d1} とし、 $n = 3$ の場合を T_{d13} とすると、 $T_{d13} = T_{d1} + \delta_2 T$ 、 $0 \leq \delta_2 \leq 1$ とする記録ストラテジを用いるようにした。

【0034】

従って、 T_{d1} 、 δ_2 を光情報記録媒体毎に調整し、記録マークに先行するスペースの終端を規定することにより、各スペース及びマークの実効長とスペース→マークの遷移領域の最適化ができ、ジッタの低減化ができる。

【0035】

請求項6記載の発明は、請求項1ないし5の何れか一記載の情報記録方法において、照射パワー P_w のパルス間を照射パワー P_b （ただし、 $P_w > P_b$ ）の光で照射するようにした。

【0036】

従って、例えば色素系の追記型なる光情報記録媒体に対する2値のパワーを用いた記録の場合にも適用できる。

【0037】

請求項7記載の発明は、請求項6記載の情報記録方法において、マーク間を記録する際に照射パワー P_e （ただし、 $P_w > P_e > P_b$ ）の光で照射するようにした。

【0038】

従って、例えば相変化記録材料による書換え型なる光情報記録媒体に対する3値のパワーを用いた記録の場合に適用することで、ダイレクトオーバーライトが可能となる。

【0039】

請求項8記載の発明は、請求項7記載の情報記録方法において、前記マルチパルスの最終パルス照射後に照射パワー P_b の最終オフパルスを付加し、この最終オフパルスに続けて照射パワー P_e のパルスを付加し、当該照射パワー P_e のパルスの立上り位置と論理的データパルスの立下り位置との間隔を、 $n \geq 4$ 以上の場合 T_{d2} 、 $-1T \leq T_{d2} \leq 1T$ とし、 $n = 3$ の場合 T_{d2}' 、 $-1T \leq T_{d2}' \leq 1T$ とする記録ストラテジを用いるようにした。

【0040】

従って、 T_{d2} 、 T_{d2}' を光情報記録媒体毎に調整することにより、記録マーク及びそれに続くスペースの実効長さとし低ジッタの最適化を行うことができる。

【0041】

請求項9記載の発明は、請求項8記載の情報記録方法において、前記マルチパルスにおける第 m 番目（ m は自然数）の最終パルスの照射パワー P_w の照射時間を $T_{on}(n, m)$ とし、他のパルスの照射パワー P_w の照射時間を $T_{on}(n, i)$ （ $i = 1 \sim (m-1)$ ）としたとき、 $3T$ 及び $n \geq 5$ の奇数の場合の最終パルスの照射時間 $T_{on}(n, m) =$

10

20

30

40

50

T_{1p} を除き、全ての照射時間 $T_{0n}(n, i) = \text{定数 } T_{mp}$ (ただし、 $0.5T \leq T_{mp} \leq 1.5T$) で等しくし、かつ、 $T_{1p} = T_{mp} + \delta_3 T$ とするとき、 $0 \leq \delta_3 \leq 1$ とする記録ストラテジを用いるようにした。

【0042】

従って、特性に影響の少ない条件下で極力パルスの共通化を図っているため、より少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0043】

請求項10記載の発明は、請求項9記載の情報記録方法において、 T_{1p} 及び T_{mp} を光情報記録媒体に依らず一定とする記録ストラテジを用いるようにした。

【0044】

従って、特性に影響の少ない条件下で極力パラメータを少なくしているため、ストラテジ回路をより簡略化できる。

【0045】

請求項11記載の発明は、請求項9又は10記載の情報記録方法において、記録時の走査速度 v を v_L, v_H (ただし、 $v_L < v_H$)、各々の走査速度 v_L, v_H による記録時の基本クロック周期 T を $T(v_L), T(v_H)$ とし、 $v_L \times T(v_L) = v_H \times T(v_H)$ なる線密度一定の関係が成立するとき、走査速度 v_L での記録時の定数 T_{mp} を $T_{mp}(v_L)$ 、走査速度 v_H での記録時の定数 T_{mp} を $T_{mp}(v_H)$ とすると、

$T_{mp}(v_H) < T_{mp}(v_L)$ 、かつ、
 $T_{mp}(v_H) / T(v_H) > T_{mp}(v_L) / T(v_L)$

を満たす記録ストラテジを用いるようにした。

【0046】

従って、記録時の走査速度に対してパルスの照射時間のデューティ T_{mp} / T のみを変動させることで、異なる走査速度に対応できる記録ストラテジとしているので、少ないパラメータで幅広い走査速度範囲で良好なジッタを実現することができる。特に、基本クロック周期 T に対するパルスの照射時間 T_{mp} を相対的に短くすることにより、走査速度が変化する場合でも記録用の照射パワー P_w の大きさが変わらず記録ストラテジに変更を要しない記録方法となる。

【0047】

請求項12記載の発明は、請求項11記載の情報記録方法において、記録時の最低走査速度を v_0 、その時の基本クロック周期を T_0 とし、 α (ただし、 α は $\alpha \geq 1$ なる実数) を用いて記録時の走査速度が $v = \alpha \times v_0$ 、基本クロック周期が $T = T_0 / \alpha$ で表されるとき、パルスの照射時間 T_{mp} が α の関数

$T_{mp}(\alpha) / T(\alpha) = a \times \alpha + b$

(ただし、 a は $0.1 \leq a \leq 0.4$ 、 b は $0.1 \leq b \leq 0.4$ なる定数)

で表される記録ストラテジを用いるようにした。

【0048】

従って、請求項11記載の情報記録方法を実現する上で、そのパラメータの最適化を図ることができる。

【0049】

請求項13記載の発明は、請求項11記載の情報記録方法において、 $n = 3$ のときの照射時間 T_{mp} を $T_{mp}'(v)$ とするとき、

$T_{mp}'(v_H) / T_{mp}'(v_L) = T_{mp}(v_H) / T_{mp}(v_L)$

である。

【0050】

従って、実時間に関しては $n = 3$ の場合も $n \geq 4$ の場合と共通化を図ることで、記録ストラテジに関するパラメータを減らすために効果的となる。

【0051】

請求項14記載の発明は、請求項11ないし13の何れか一記載の情報記録方法において、 $T_{d1} / T(v)$ 、 $T_{d2} / T(v)$ 、 T_{d2}' / T が走査速度 v に依らず一定である

10

20

30

40

50

。

【0052】

従って、記録時の走査速度が変化する場合でも記録ストラテジを変更する必要がなく、少ないパラメータにより幅広い走査速度範囲で良好なジッタを実現することができる。

【0053】

請求項15記載の発明は、請求項11、12又は14記載の情報記録方法において、 $\delta_1 / T(v)$ 、 $\delta_2 / T(v)$ 、 $\delta_3 / T(v)$ が走査速度 v に依らず一定である。

【0054】

従って、記録時の走査速度が変化する場合でも記録ストラテジを変更する必要がなく、少ないパラメータにより幅広い走査速度範囲で良好なジッタを実現することができる。

10

【0055】

請求項16記載の発明は、記録マークの時間的長さが基本クロック周期 T の n 倍（ n は自然数）なる nT で表されるマーク長記録方式により情報を光情報記録媒体に対して記録する情報記録装置において、前記光情報記録媒体を回転させる回転駆動機構と、前記光情報記録媒体に対して照射する光ビームを発するレーザ光源と、このレーザ光源を発光させる光源駆動手段と、前記レーザ光源が発する光ビームの発光波形に関する記録ストラテジが設定されて前記光源駆動手段を制御する発光波形制御手段と、回転駆動される前記光情報記録媒体とこの光情報記録媒体に照射される前記光ビームとの間の相対的な走査速度を制御する速度制御手段と、を備え、前記発光波形制御手段は、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルスを1個増加させたマルチパルスにより記録マークを形成する際に、 $n \geq 4$ の場合の前記マルチパルスの第1のパルスの立下り位置を前記基本クロックに同期させるとともに、 n が $n \geq 7$ なる奇数の場合の前記マルチパルスに関して、第1のパルスから第2のパルスまでの周期を $2T$ より大きくて前記基本クロックに同期した周期とし、最終パルスを除く第3のパルス以降の周期を $2T$ とし、最終パルスより1つ前のパルス立下り位置から最終パルスの立下り位置までの時間 T_{10} としたとき $T_{10} = (2 + \delta_{10})T$ 、 $0 < \delta_{10} \leq 1$ とする記録ストラテジを用いるようにした。

20

【0056】

従って、基本的に、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルスを1個増加させたマルチパルスにより記録マークを形成する記録ストラテジを利用するので、1パルス当りの照射時間を基本クロック周期 T に対して長くとれるため、発光の立上りに要する時間の影響を少なくでき、低い記録パワーで高い変調度と低いジッタを実現できる。この際、特に、 $n \geq 7$ の奇数の場合のマルチパルスに関して、第1のパルスから第2のパルスの周期を $2T$ より広めにするとともに、最終パルス側の周期を $(2 + \delta_{10})T$ とし、 $0 < \delta_{10} \leq 1$ の範囲で δ_{10} を適正化することで、マルチパルスの先頭側と最終側とのバランスの採れたパルス調整となり、最終パルスのみの調整による場合のようにマーク形状が極端に均一でなくなるようなことがなく、全体的に均一性のよいマーク形状となる記録が可能となり、この結果、再生信号の波形の歪みを抑制でき、ジッタ特性を改善することができ、また、 $n \geq 4$ なるマルチパルスに関して第1のパルス立下り位置を基本クロックに同期させるとともに、第2のパルス以降の立下り位置も、最終パルスを除き、 $2.5T$ 周期や $2T$ 周期により基本クロックに同期させているので、実際にストラテジを生成するストラテジ回路の設計が容易なものとなる。

30

40

【0057】

請求項17記載の発明は、請求項16記載の情報記録装置において、前記発光波形制御手段は、 $2T$ より大きくて前記基本クロックに同期した第1のパルスから第2のパルスまでの周期を、 $2.5T$ とする。

【0058】

従って、 $2T$ より大きくて基本クロックに同期した第1のパルスから第2のパルスまでの周期の典型例として $2.5T$ を提供できる。

【0059】

請求項18記載の発明は、請求項16又は17記載の情報記録装置において、前記発光波

50

形制御手段は、 n が $n \geq 6$ なる偶数の場合の前記マルチパルスに関して、第2のパルス以降の周期を $2T$ とし、最終パルスより1つ前のパルス立下り位置から最終パルスの立下り位置までの時間 T_{1e} としたとき $T_{1e} = (2 + \delta_{1e})T$ 、 $0 \leq \delta_{1e} \leq 1$ とする記録ストラテジを用いるようにした。

【0060】

従って、 n に関して奇数、偶数の何れについても、特性に影響の少ないパラメータを統一しているため、少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0061】

請求項19記載の発明は、請求項18記載の情報記録装置において、前記発光波形制御手段は、 $\delta_{1e} = 0$ とする。

10

【0062】

従って、特に、 n が $n \geq 6$ なる偶数の場合のマルチパルスに関しては、第2のパルス以降の周期を全て $2T$ に統一することができ、より少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0063】

請求項20記載の発明は、請求項16ないし19の何れか一記載の情報記録装置において、前記発光波形制御手段は、論理的データパルスの立上り位置から前記マルチパルスの第1のパルスの立上り位置までの時間を、 $n \geq 4$ の場合を T_{d1} とし、 $n = 3$ の場合を T_{d13} とすると、 $T_{d13} = T_{d1} + \delta_2 T$ 、 $0 \leq \delta_2 \leq 1$ とする記録ストラテジを用いるようにした。

20

【0064】

従って、 T_{d1} 、 δ_2 を光情報記録媒体毎に調整し、記録マークに先行するスペースの終端を規定することにより、各スペース及びマークの実効長とスペース→マークの遷移領域の最適化ができ、ジッタの低減化ができる。

【0065】

請求項21記載の発明は、請求項16ないし20の何れか一記載の情報記録装置において、前記発光波形制御手段は、照射パワー P_w のパルス間を照射パワー P_b （ただし、 $P_w > P_b$ ）の光で照射するようにした。

【0066】

従って、例えば色素系の追記型なる光情報記録媒体に対する2値のパワーを用いた記録の場合にも適用できる。

30

【0067】

請求項22記載の発明は、請求項21記載の情報記録装置において、前記発光波形制御手段は、マーク間を記録する際に照射パワー P_e （ただし、 $P_w > P_e > P_b$ ）の光で照射するようにした。

【0068】

従って、例えば色素系の追記型なる光情報記録媒体に対する2値のパワーを用いた記録の場合にも適用できる。

【0069】

請求項23記載の発明は、請求項22記載の情報記録装置において、前記発光波形制御手段は、前記マルチパルスの最終パルス照射後に照射パワー P_b の最終オフパルスを付加し、この最終オフパルスに続けて照射パワー P_e のパルスを付加し、当該照射パワー P_e のパルスの立上り位置と論理的データパルスの立下り位置との間隔を、 $n \geq 4$ 以上の場合には T_{d2} 、 $-1T \leq T_{d2} \leq 1T$ とし、 $n = 3$ の場合には T_{d2}' 、 $-1T \leq T_{d2}' \leq 1T$ とする記録ストラテジを用いるようにした。

40

【0070】

従って、 T_{d2} 、 T_{d2}' を光情報記録媒体毎に調整することにより、記録マーク及びそれに続くスペースの実効長さとは低ジッタの最適化を行うことができる。

【0071】

請求項24記載の発明は、請求項23記載の情報記録装置において、前記発光波形制御手

50

段は、前記マルチパルスにおける第 m 番目 (m は自然数) の最終パルスの照射パワー P_w の照射時間を $T_{on}(n, m)$ とし、他のパルスの照射パワー P_w の照射時間を $T_{on}(n, i)$ ($i = 1 \sim (m-1)$) としたとき、 $3T$ 及び $n \geq 5$ の奇数の場合の最終パルスの照射時間 $T_{on}(n, m) = T_{1p}$ を除き、全ての照射時間 $T_{on}(n, i) =$ 定数 T_{mp} (ただし、 $0.5T \leq T_{mp} \leq 1.5T$) で等しくし、かつ、 $T_{1p} = T_{mp} + \delta_3 T$ とするとき、 $0 \leq \delta_3 \leq 1$ とする記録ストラテジを用いるようにした。

【0072】

従って、特性に影響の少ない条件下で極力パルスの共通化を図っているため、より少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0073】

請求項25記載の発明は、請求項24記載の情報記録装置において、前記発光波形制御手段は、 T_{1p} 及び T_{mp} を光情報記録媒体に依らず一定とする記録ストラテジを用いるようにした。

【0074】

従って、特性に影響の少ない条件下で極力パラメータを少なくしているため、ストラテジ回路をより簡略化できる。

【0075】

請求項26記載の発明は、請求項24又は25記載の情報記録装置において、前記発光波形制御手段は、記録時の走査速度 v を v_L, v_H (ただし、 $v_L < v_H$)、各々の走査速度 v_L, v_H による記録時の基本クロック周期 T を $T(v_L), T(v_H)$ とし、 $v_L \times T(v_L) = v_H \times T(v_H)$ なる線密度一定の関係が成立するとき、走査速度 v_L での記録時の定数 T_{mp} を $T_{mp}(v_L)$ 、走査速度 v_H での記録時の定数 T_{mp} を $T_{mp}(v_H)$ とすると、

$T_{mp}(v_H) < T_{mp}(v_L)$ 、かつ、
 $T_{mp}(v_H) / T(v_H) > T_{mp}(v_L) / T(v_L)$
 を満たす記録ストラテジを用いるようにした。

【0076】

従って、記録時の走査速度に対してパルスの照射時間のデューティ T_{mp} / T のみを変動させることで、異なる走査速度に対応できる記録ストラテジとしているので、少ないパラメータで幅広い走査速度範囲で良好なジッタを実現することができる。特に、基本クロック周期 T に対するパルスの照射時間 T_{mp} を相対的に短くすることにより、走査速度が変化する場合でも記録用の照射パワー P_w の大きさが変わらず記録ストラテジに変更を要しない記録装置となる。

【0077】

請求項27記載の発明は、請求項26記載の情報記録装置において、前記発光波形制御手段は、記録時の最低走査速度を v_0 、その時の基本クロック周期を T_0 とし、 α (ただし、 α は $\alpha \geq 1$ なる実数) を用いて記録時の走査速度が $v = \alpha \times v_0$ 、基本クロック周期が $T = T_0 / \alpha$ で表されるとき、パルスの照射時間 T_{mp} が α の関数

$T_{mp}(\alpha) / T(\alpha) = a \times \alpha + b$
 (ただし、 a は $0.1 \leq a \leq 0.4$ 、 b は $0.1 \leq b \leq 0.4$ なる定数)
 で表される記録ストラテジを用いるようにした。

【0078】

従って、請求項26記載の情報記録方法を実現する上で、そのパラメータの最適化を図ることができる。

【0079】

請求項28記載の発明は、請求項26記載の情報記録装置において、前記発光波形制御手段は、 $n = 3$ のときの照射時間 T_{mp} を $T_{mp}'(v)$ とするとき、

$T_{mp}'(v_H) / T_{mp}'(v_L) = T_{mp}(v_H) / T_{mp}(v_L)$
 とする。

【0080】

10

20

30

40

50

従って、実時間に関しては $n = 3$ の場合も $n \geq 4$ の場合と共通化を図ることで、記録ストラテジに関するパラメータを減らすために効果的となる。

【0081】

請求項29記載の発明は、請求項26ないし28の何れか一記載の情報記録装置において、前記発光波形制御手段は、 $T_{d1}/T(v)$ 、 $T_{d2}/T(v)$ 、 T_{d2}'/T を走査速度 v に依らず一定とする。

【0082】

従って、記録時の走査速度が変化する場合でも記録ストラテジを変更する必要がなく、少ないパラメータにより幅広い走査速度範囲で良好なジッタを実現することができる。

【0083】

請求項30記載の発明は、請求項26、27又は29記載の情報記録方法において、前記発光波形制御手段は、 $\delta_{10}/T(v)$ 、 $\delta_2/T(v)$ 、 $\delta_3/T(v)$ を走査速度 v に依らず一定とする。

【0084】

従って、記録時の走査速度が変化する場合でも記録ストラテジを変更する必要がなく、少ないパラメータにより幅広い走査速度範囲で良好なジッタを実現することができる。

【0085】

請求項31記載の発明は、請求項1ないし15の何れか一記載の情報記録方法を使用して情報の記録が行われる光情報記録媒体であって、記録ストラテジに関して、最終パルスより1つ前のパルス立下り位置から最終パルスの立下り位置までの時間 T_{10} を規定するパラメータ δ_{10} の情報がプリフォーマットされている。

【0086】

従って、記録ストラテジに関するパラメータ情報として最終パルスより1つ前のパルス立下り位置から最終パルスの立下り位置までの時間 T_{10} を規定するパラメータ δ_{10} の情報がプリフォーマットされているので、情報記録装置が最適な記録条件を満たす記録ストラテジを容易に設定することが可能となる。

【0087】

【発明の実施の形態】

本発明の一実施の形態を図1ないし図21に基づいて説明する。

【0088】

本実施の形態は、照射光の強度変調によって記録、消去或いは書換えが可能な光情報記録媒体、特に相変化型の光情報記録媒体に対する情報記録方法及び情報記録装置（情報再生装置を含む）に適用される。

【0089】

光情報記録媒体への記録は、強度変調した光ビームを照射及び走査し、媒体に記録マークを形成することで行う。記録マークは光の照射により光学的な特性が異なる領域であり、媒体の記録層中に形成される。情報記録装置及び情報再生装置はこの記録マーク部の光学特性の差を利用して情報を再生する。記録マークの状態は記録層材料の種類によって異なり、磁性体の記録層材料の場合は、磁気配向の異なる領域であり、相変化材料の場合は相の異なる領域となる。現在最も一般的である書換え型光情報記録媒体である相変化材料を用いた光情報記録媒体においては、記録層材料として、結晶相とアモルファス相（非晶質層）を有する材料を用いている。このような相変化記録層材料としては $SbTe$ 系合金、 $GeSbTe$ 系合金、 $AgInSbTe$ 系合金、 $GaGeSbTe$ 系合金などがある。相変化記録層材料は結晶相とアモルファス相で光学特性が大きく異なるため、結晶相中にアモルファス相のマークを形成することによって情報を記録することが可能である。また、結晶相とアモルファス相とが可逆的な相転移をする場合は、書換え可能な光情報記録媒体となる。

【0090】

〔情報記録方法〕

結晶相中にアモルファスマークを形成するためには記録層又は記録層近傍に集光した光を

10

20

30

40

50

照射及び走査することで行う。この時、前述した通り、強度変調をした光ビームを照射することで行う。図1及び図2に本実施の形態の前提となる強度変調方式の発光波形（記録ストラテジ）を示す。図2（a）は記録すべき情報DATAを示す。本実施の形態の情報記録方法では、PWM（Pulse Width Modulation）を光情報記録媒体に応用した記録マーク長、マーク間長変調方式で情報を記録するものとする。この記録方式では記録マークの長さ（以下、マーク長）とマーク間の長さ（以下、マーク間長）とを基本クロック周期 T を単位として制御することにより情報を記録することができる。光情報記録媒体の記録方法の一つであるマーク位置変調方式よりも記録密度を高くすることが可能なため、高密度化できることが特徴であり、CD、DD（Double Density）CDで採用されるEFM、DVDで採用されるEFM+などの光ディスクに採用されている変調方式である。記録マーク長、マーク間長変調方式は記録マーク長とマーク間長（以下、スペース長）とを正確に制御することが重要である。これらの変調方式では記録マーク長、スペース長ともに基本クロック周期 T に対して nT （ n は自然数）の時間的長さとする。

【0091】

図2では横軸が時間的長さに相当し縦軸が記録する情報であり、Highレベルになっているところが記録マークに相当する。図1及び図2はEFM又はEFM+の場合を例として示しているため、 n は3～11と14である。このうち、 $n=3, 4, 5, 10, 11$ の場合の記録ストラテジを抽出して図2に示す。 $n=10$ は n が $n \geq 6$ なる偶数の場合の代表例、 $n=11$ は n が $n \geq 7$ なる奇数の場合の代表例を示している。縦軸は照射する光の強度（照射パワー） P である。照射する光の強度は P_w, P_e, P_b の3値を取り、その関係は $P_w > P_e > P_b$ である。 P_w を記録パワー、 P_e を消去パワー、 P_b をバイアスパワーと呼ぶ。 $P = P_e$ で光ビームが照射された場合、相変化記録層は結晶状態となる。即ち、マークを消去（マーク間を記録）することになる。一方、 $P = P_w$ と $P = P_b$ との強度変調で照射された場合、相変化記録層はアモルファス状態となる。即ち、記録マークを形成することになる。 P_w, P_e, P_b は媒体の記録相材料の熱的特性、光学的特性から決定されるが、消去パワー P_e は $0.2P_w \sim 0.6P_w$ の範囲にあることが好ましく、バイアスパワー P_b は $0 \sim 0.1P_w$ の範囲にあることが好ましい。

【0092】

本実施の形態の記録ストラテジは、時間的長さ nT の記録マークを記録するために m 個の $P = P_w$ のオンパルスと $P = P_b$ のオフパルスとを用いる。 n と m の関係は以下の通りである。 n が偶数 n_1 の場合は、 $n_1 = 2m$ の関係が成立し、 n が奇数 n_2 の場合は、 $n_2 = 2m + 1$ の関係が成立しなくてはならない。即ち、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎にパワー P_w のオンパルス、パワー P_b のオフパルスを各々1個増加させたマルチパルスにより記録マークを形成するものである。ここに、時間的長さ nT のマークを形成するときの $P = P_w$ をとる i 番目（ $i = 1, \dots, m$ ）のパルスの幅（照射時間）を $T_{.n}(n, i)$ と表す。従来のCD-RW、DVD-RW、DVD+RWで採用されている $m = n - 1$ の記録ストラテジと比較するとパルスの周期が略2倍となるため、 $T_{.n}/T$ を長くすることが可能となる。そのため、パワー P の立上り・立下り時間の影響を相対的に低くすることができ、基本クロック周期 T が短い高速記録にも対応することができる。

【0093】

照射時間 $T_{.n}$ の範囲は任意であるが、 $0.5T \sim 1.5T$ の範囲が好ましい。 $0.5T$ より短くなると、照射時間が短すぎるため十分なエネルギーを記録層に与えることができなくなり、結果として記録マークの幅（走査方向と垂直方向のマーク長）が小さくなり、記録信号の振幅が低くなって、変調度が低下して再生信頼性の低い媒体となってしまう。照射時間 $T_{.n}$ が $1.5T$ より長くなると、パワー $P = P_b$ となる時間が相対的に短くなるため、急冷状態を維持するのが困難になってくる。そのため、記録層にエネルギーを十分に加えることができるが、再結晶化により記録マークが小さくなってしまふ。さらに、媒体にかかる絶対的なエネルギー量が大きくなるため、多数回の記録・書換え（オーバーライト）を行うと、記録層とその周辺に熱的損傷が発生するため、信頼性が低下してしまう。

10

20

30

40

50

【0094】

このようなストラテジの場合は、 m 番目のパルスの照射時間、即ち、 $T_n(n, m)$ が記録されるマーク長に最も大きな影響を与える。特に、 $n = n_2$ (奇数) の場合にはそれがさらに顕著になる。図3に $T_n(n, m)$ とマーク長のずれ量であるマークデビエーションとの関係を示す。マークデビエーション $D(n)$ は、再生されたマーク長を $L(n)$ とすると、 $D(n) = L(n) - nT$ で表される。つまり、 $D(n) = 0$ となると論理的なマーク長と実際の記録マーク長とに差が無くなるため、良好な記録マークといえる。 n が奇数 ($n = 2m + 1$) の場合は $T_n(n, m)$ の D 依存性が、 n が偶数 ($n = 2m$) の場合に比べて大きくなっていることが分かる。これは、 $n_1 \cdot T$ と $n_2 \cdot T$ の異なるマーク長を同数 m 個のパルスで記録することに起因する。 $n_2 \cdot T$ マークは $n_1 \cdot T$ マークよりも $1T$ 分長くなっているため、その補正を各パルスの間隔 (パルスの照射周期) と各パルスの照射時間 $T_n(n, i)$ とで補正する必要があるためである。

10

【0095】

ところで、パルスの照射周期はマーク形状の均一性に影響する。パルス照射周期が不均一の場合はマーク形状が歪みやすく、その結果として再生された信号も歪んでしまい、ジッタを悪化させる傾向にある。この傾向はパルス照射時間 T_{mp} が小さい場合、即ち、 $P = P_w$ となるパルス幅が小さく、 $P = P_b$ となる時間が相対的に長くなる場合に顕著となる。

【0096】

パルス照射周期は均一であることが好ましく、さらに好ましくはその周期が略 nT/m となることである。しかし、 n に応じて周期を設定するにはストラテジ回路が複雑となる。

20

【0097】

よって、 $n \geq 5$ の奇数の場合は、第1のパルス立下り位置は、基本クロックに同期 (立下り、立上りの何れでもよい) させる、例えば、論理的データパルスの立上り位置から $2T$ に位置させると共に、更に $n \geq 7$ の奇数の場合、第1のパルスから第2のパルスの周期を、 $2T$ より大きくて基本クロックに同期する周期、例えば、その典型例として、 $2.5T$ とし、最終パルスを除き、第3のパルス以降の周期を $2T$ とすることによりストラテジ回路を単純化でき、かつ、 $m-1$ 番目のパルスと m 番目 (最終) のパルス間の周期を $(2 + \delta_{1o})T$ とし、 $0 < \delta_{1o} \leq 1$ の範囲で δ_{1o} を適正化することにより、マークデビエーション $D(n)$ を小さくすることが可能である。即ち、 $n \geq 7$ の奇数の場合に関して、第1のパルスから第2のパルスの周期を $2T$ より広めにするとともに、最終パルス側の周期を $(2 + \delta_{1o})T$ とし、 $0 < \delta_{1o} \leq 1$ の範囲で δ_{1o} を適正化することで、マルチパルスの先頭側と最終側とのバランスの採れたパルス調整となり、最終パルスのみの調整による場合のようにマーク形状が極端に均一でなくなるようなことがなく、全体的に均一性のよいマーク形状となる記録が可能となる。この結果、再生信号の波形の歪みを抑制でき、ジッタ特性を改善できる。また、第1のパルス立下り位置を基本クロックに同期させるとともに、第2のパルス以降の立下り位置も、最終パルスを除き、 $2.5T$ 周期や $2T$ 周期により基本クロック (立下り、立上りの何れか) に同期させているので、実際にストラテジを生成するストラテジ回路の設計が容易なものとなる。更に、各パルスの照射時間を最適化することによりマーク形状の均一性を確保することが可能である。

30

40

【0098】

ちなみに、 $n = 5$ なる奇数の場合には、第2のパルス = 最終パルスとなるため、第1のパルスと第2のパルスとのパルス間の周期は $(2 + \delta_{1o})T$ 、 $0 < \delta_{1o} \leq 1$ とされる。

【0099】

n が偶数の場合でも、 $n \geq 4$ の偶数の場合、第1のパルスの立下り位置は、基本クロックに同期 (立下り、立上りの何れでもよい) させる、例えば、論理的データパルス立上り位置から $2T$ に位置すると共に、 $n \geq 6$ の偶数の場合、最終パルスを除き、第2のパルス以降の周期を $2T$ とすることにより、ストラテジ回路を単純化でき、かつ、 $m-1$ 番目のパルスと m 番目 (最終) のパルス間の周期を $(2 + \delta_{1e})T$ とし、 $0 \leq \delta_{1e} \leq 1$ の範囲で δ_{1e} を適正化することにより、マークデビエーション $D(n)$ を小さくすることが可

50

能である。また、第1のパルス立下り位置を基本クロックに同期させるとともに、第2のパルス以降の立下り位置も2T周期により基本クロックに同期させているので、実際にストラテジを生成するストラテジ回路の設計が容易なものとなる。更に、各パルスの照射時間を最適化することによりマーク形状の均一性を確保することが可能である。

【0100】

nが偶数の場合は奇数の場合と比べて、マークデビエーションD(n)が小さい為、m-1番目のパルスとm番目(最終)パルス間の周期 $(2 + \delta_1, e)T$ を2Tとし、使用パラメータを少なくすることが可能である。即ち、 $n \geq 6$ の偶数の場合、 $\delta_1, e = 0$ として、最終パルスを含めて、第2のパルス以降の全てのパルスの周期を2Tに揃えることで、より単純化・均一化させることも可能である。

10

【0101】

ちなみに、 $n = 4$ なる偶数の場合には、第2のパルス=最終パルスとなるため、第1のパルスと第2のパルスとのパルス間の周期は $(2 + \delta_1, e)T$ 、 $0 \leq \delta_1, e \leq 1$ とされ、 $\delta_1, e = 0$ の場合であれば、2Tとされる。

【0102】

ところで、記録マーク長、マーク間長変調記録ではマーク長と同様にスペース長も重要となってくる。これは、2値化された情報上では、マークもスペースも等価に扱われ、その境界のみが特異点とされるためである。従って、スペース長の制御が必要になっていくが、マーク長が決定してしまえばスペース長は必然的に決まってしまう。しかし、そのばらつきは前後マークに大きく依存してしまう。つまり、nが奇数の記録マークの後のスペース長とnが偶数の記録マークの後のスペース長とが異なってしまうことがある。

20

【0103】

これらを最適化するために、第1のパルスの立上り開始時間 T_{d1} とm番目のオフパルスの後の $P = P_e$ となる立上り開始時間のデータ終了時間からのずれ時間 T_{d2} を制御することで可能となる。特に、ずれ時間 T_{d2} のスペースジッタに与える影響は大きくなっているため、ずれ時間 T_{d2} を各マーク長さ毎に最適な値を設定することが必要である。これは、ずれ時間 T_{d2} が記録マークに続くスペースの開始時間を決めているパラメータであることに起因する。

【0104】

しかし、 $n \geq 4$ の記録マークの場合の時間 T_{d2} は統一することが可能である。その範囲は $-1T \leq T_{d2} \leq +1T$ が好ましく、さらに好ましくは $-0.5T \leq T_{d2} \leq 0.75T$ の範囲である。

30

【0105】

一方、時間 T_{d1} も同様にスペースジッタに影響するが、 T_{d1} と T_{d2} とは相対的なものである。 T_{d1} は、 $n \geq 4$ 以上の場合、 $0.0T \leq T_{d1} \leq +1.0T$ であることが好ましい。

【0106】

これまでに、記録ストラテジを規定するために、多くのパラメータの統一を論じてきたが、最小マークである3Tマークに関しては、その立上りのずれ時間 T_{d1} 以外のパラメータは独自に設定する必要がある。これは、3Tマークのみ $m = 1$ であり、そのパルスが、最終パルスであると同時に最初のパルス(第1のパルス)であるため、 $m \geq 2$ のストラテジパターンとは明らかに異なる。このため、そのパルス照射時間 $T_{on}(3, 1)$ は独自に設定する必要がある、

40

$$T_{on}(3, 1) = T_{mp}'$$

である。 T_{mp}' は記録層材料の熱的特性や光学的特性、さらに記録時の走査線速度及びクロック周期によって最適化され、その範囲は $0.5T \sim 2.0T$ の範囲であることが好ましい。同様に、ずれ時間、 T_{d1} 、 T_{d2} も $n = 3$ のものは独自に設定することが必要であり、 T_{d1} は $T_{d13} = T_{d11} + \delta_2 T$ とし、 $0 \leq \delta_2 \leq 1$ の範囲が好ましい。 $n = 3$ の場合の T_{d2} を T_{d2}' とし、 $-1T \leq T_{d2}' \leq 1T$ の範囲が好ましい。

【0107】

50

マーク形状の均一性とそれに伴うジッタを良好なものとする為に記録用マルチパルスの最終パルスの記録パワー照射時間を $T_{on}(n, m)$ 、及び他のパルスの記録パワー照射時間を $T_{on}(n, i)$ ($i = 1 \sim (m-1)$) を最適化する必要があるが、一方、最終パルス以外のパルス照射時間は記録マークの長さへの影響は少ないことが分かっている。図4に最終パルス (m 番目) 以外のパルス幅のデビエーション依存性を示す。 n が奇数 ($n_2 = 2m + 1$)、偶数 ($n_1 = 2m$) に依らず、依存性は小さく、かつ、奇数と偶数との明確な差異はない。そのため、 m 番目の最終パルスの照射時間以外の照射時間 T_{on} は n が偶数であるか奇数であるかに依らず記録ストラテジを統一することが可能である。

【0108】

即ち、 $1 \leq i \leq m-1$ のとき、2つ以上のパルスを用いる場合、即ち、 $m \geq 2$ 、 $n \geq 4$ の場合には、 n 、 i に依らず全てのパルスを統一することが可能である。即ち、

$$T_{on}(n, i) = \text{定数 } T_{mp} \quad (n \geq 4, 1 \leq i \leq m-1)$$

とすることができる。このとき、定数 T_{mp} は $0.5T \sim 1.5T$ であることが好ましい。

【0109】

さらに、 n が偶数の場合の最終パルスも記録マークへの影響が小さい。 n が偶数の場合の m 番目のパルス $T_{on}(n_1, m)$ も n_1 に依らず、

$$T_{on}(n_1, m) = T_{mp}$$

とすることができる。これらの事項は、EFM+において n が偶数の場合に属する $n = 14$ の場合も同様である。

【0110】

一方、 n が奇数、即ち、 $n = n_2$ の場合の最終パルス幅は、 $m \geq 2$ 、即ち、 $n_2 \geq 5$ の場合には n_2 に依らず統一することが可能である。即ち、

$$T_{on}(n_2, m) = T_{1p} \quad (n_2 \geq 5, m \geq 2)$$

である。これは、 $D(n_2)$ の最終パルス幅依存性が n_2 に依らずほぼ一定なためである。しかし、 n_1 と同じ長さのパルス幅を設定すると、図2に示すように奇数のマークは偶数のマークよりも常に短くなる傾向にある。そのため、 $n_1 \cdot T$ マークのデビエーションと $n_2 \cdot T$ マークのデビエーションを D_0 に揃えるためには、 $n_2 \cdot T$ マークの最終パルス $T_{on}(n_2, m)$ を $T_{on}(n_1, m) = T_{mp}$ よりも δT だけ長くする必要がある。即ち、

$$T_{on}(n_2, m) = T_{on}(n_1, m) + \delta_3 T$$

従って、

$$T_{1p} = T_{mp} + \delta_3 T$$

となる。 δ_3 は光情報記録媒体の記録層の熱特性によって最適な値が選ばれるが、 $0 \sim 1.0$ の範囲が好ましく、さらに好ましくは $0 \sim 0.5$ の範囲である。 δ が 1.0 を超えると、奇数マークの長さが長くなりすぎる。また、 0.5 を超えると、最終パルスのパワー P_w の変動による効果が大きくなりすぎるため、マーク長の記録パワー P_w 依存性が n が偶数の場合と大きく異なってしまい、記録パワーマージンが著しく狭くなる傾向にある。

【0111】

この結果、 n が奇数の場合の最終パルス以外の全ての各パルスの照射時間 T_{on} を全て同じ ($= T_{mp}$) にすることができる。

【0112】

以上により、本実施の形態の情報記録方法に用いる最適な記録ストラテジは以下の8種パラメータ

T_{mp}
 T_{mp}
 δ_{10}
 δ_2
 δ_3
 T_{d1}

10

20

30

40

50

T_{d2}
 T_{d2}'

で記述することができる。これは、従来のEFMの場合の69個、EFM+の場合の77個のパラメータを規定する方法に比べると明らかに少ない規定方法である。さらには、時間 T_{d1} は時間 T_{d2} に対して従属的なものであり、固定値と見做すこともできるので、実質的には7種のパラメータで記述することも可能である。

【0113】

ところで、このような記録ストラテジを適用して、記録速度（走査速度）を変更した場合は、照射時間 T_{mp} 、 T_{mp}' を記録時の走査線速度 v に対して変動させることで対応することが可能である。他のパラメータは基本クロック周期 $T(v)$ に対して一定とすることができ、つまり、基本クロック周期 $T(v)$ で規格化した $\delta_{10}/T(v)$ 、 $\delta_2/T(v)$ 、 $\delta_3/T(v)$ 、 $T_{d1}/T(v)$ 、 $T_{d2}/T(v)$ 、 $T_{d2}'/T(v)$ は記録速度（走査速度）に依らず一定である。

10

【0114】

$T(v)$ と v の関係は、走査方向の単位長さ当りの情報量が一定である線密度一定の場合、 $T(v) = L_0/v$ である。ここで、 L_0 は基本クロック周期 T に対応する光情報記録媒体上の長さに相当し、一般に、チャンネルビット長と呼ばれる。DVDの場合、 $L_0 = 0.133 \mu m$ であり、CDの場合、 $L_0 = 0.278 \mu m$ 又は $0.324 \mu m$ である。つまり、走査速度が2倍になった場合は基本クロック周期 T は $1/2$ 倍になる。

【0115】

このように走査速度が変わったときに、 $T_{mp}(v)/T(v)$ 及び $T_{mp}'(v)/T(v)$ は小さくなるほうが好ましい。つまり、走査速度 $v = v_L$ 、 $v = v_H$ の場合（ただし、 $v_L < v_H$ ）を考えたとき、基本クロック周期 $T(v)$ に対する相対時間としては、 $T_{mp}(v_H)/T(v_H) > T_{mp}(v_L)/T(v_L)$ 、 $T_{mp}'(v_H)/T(v_H) > T_{mp}'(v_L)/T(v_L)$ となり、さらに実時間では、

20

 $T_{mp}(v_H) < T_{mp}(v_L)$ 、

 $T_{mp}'(v_H) < T_{mp}'(v_L)$ となることが好ましい。

【0116】

この点について、図5に示す略図を参照して説明する。ここでは、説明を簡単にするため、例えば、 $v_L = 1.0$ 、 $v_H = 2.0$ 、 $T_{mp}(v_L) = 0.3$ 、 $T_{mp}(v_H) = 0.5$ とすると、図5(a)の実時間側に示すように、 $T_{mp}(v_H) < T_{mp}(v_L)$ となるが、図5(b)に示すように、各々の基本クロック周期 $T(v_L)$ 、 $T(v_H)$ で規格化されたデューティは $T_{mp}(v_L)/T(v_L) = 0.15$ 、 $T_{mp}(v_H)/T(v_H) = 0.5$ で、 $T_{mp}(v_H)/T(v_H) > T_{mp}(v_L)/T(v_L)$ となる。つまり、基本クロック周期 $T(v)$ で規格化されたデューティ $T_{mp}(v)/T(v)$ 及び $T_{mp}'(v)/T(v)$ は、走査速度の大小に応じて逆転させた方がよいことを意味する。

30

【0117】

また、照射時間 T_{mp} 、 T_{mp}' は走査速度 v の関数である $\alpha = v/v_0$ に比例する関数で表されることが好ましく、

40

 $T_{mp}(\alpha)/T(\alpha) = a \times \alpha + b$

となることがさらに好ましい。ただし、 v_0 は光情報記録媒体の記録可能な最低走査速度であり、 α は1以上の実数である。 α の範囲は光情報記録媒体の記録可能な走査速度を表しており、例えば、直径120mmのディスク型記録媒体のCAV(Constant Angular Velocity：角速度一定記録)方式を用いることを考慮すると、1~2.4が好ましく、さらに好ましくは1~4である。即ち、本実施の形態で特に想定している $L_0 = 278 nm$ 、走査速度 $v = 9.6 m/s \sim 38.4 m/s = 8x \sim 32x$ ($v_0 = 9.6 m/s = 8x$ 、 $\alpha = 1 \sim 4$)であるCD-RWの場合は、図6中に示すように、

50

$$0.14 \leq a \leq 0.29$$

$$0.2 \leq b \leq 0.4$$

であることが好ましい。ちなみに、図6には、 $1x \sim 4x$ のCD-RW ($v_0 = 1.2 \text{ m/s}$, $\alpha = 1 \sim 4$)、 $4x \sim 10x$ のHS-CD-RW ($v_0 = 4.8 \text{ m/s}$, $\alpha = 1 \sim 2.5$)のデューティ T_{mp}/T 特性も併せて示している。また、DVD+RWでは $v_0 = 3.49 \text{ m/s}$, $\alpha = 1 \sim 2.4$ となっている。

【0118】

定数 a , b は光情報記録媒体の特性に合わせて設定できるが、以下に示す

$$0.1 \leq a \leq 0.4$$

$$0.1 \leq b \leq 0.4$$

のような範囲が好ましい。このような範囲に設定することで、 α が $1 \sim 4$ までの場合に想定される記録ストラテジに対応することが可能となる。

【0119】

また、 $n = 3$ の場合の照射時間 T_{mp}' も α によって変動するが、上述した関数を元に、 $T_{mp}'(\alpha) = (T_{mp}(\alpha) / T_{mp}(1)) \times T_{mp}'(1)$ で算出される値を用いることができる。

【0120】

このように、基本クロック周期 T に対するパルス照射時間 T_{mp} を相対的に短くすることによって、 α が変動した場合でも、パワー P_w の大きく変わらない記録方法を実現することが可能である。従って、CAV記録又はZ-CLV (Zone CLV: 半径範囲毎にCLV記録を行い、擬似的なCAV記録を行う方式であり、半径範囲の0の極限をとるとCAVに相当する) に好適に適用することができる。

【0121】

[光情報記録媒体へのプリフォーマット]

以上のように、複雑である記録ストラテジによる記録方法も限られたパラメータで規定することが可能である。これらのパラメータの情報を各光情報記録媒体にプリフォーマットしておくことにより、情報記録装置はこれらのパラメータ情報を対称となる光情報記録媒体から読み出すことにより、精度の高い記録条件を設定することが可能となる。

【0122】

本実施の形態は、光情報記録媒体にこれらのパラメータをプリフォーマットしておくことを特徴の一つとする。

【0123】

プリフォーマットは任意の手法を用いることができるが、プリビット法、ウォブルエンコード法、フォーマット法がある。プリビット法は光情報記録媒体上の任意の領域にROMビットを用いて記録条件に関する情報をプリフォーマットする手法である。基板成形時にROMビットが形成されるため量産性に優れ、かつ、ROMビットを用いているので、再生信頼性及び情報量の点で有利である。しかし、ROMビットを形成する技術(即ち、ハイブリッド技術)は課題が多く、RW系のプリビットによるプリフォーマット技術は困難とされている。

【0124】

フォーマット法は、光情報記録装置を用いて通常の記録と同様の手法を用いて情報を記録しておくものである。しかし、この手法は、光情報記録媒体を製造後、各媒体にフォーマットを施す必要があり、量産性の点から困難である。さらに、プリフォーマット情報を書換えることが可能であるため、媒体固有の情報を記録する手法としては適切ではない。

【0125】

ウォブルエンコード法は、CD-RW, DVD+RWで実際に採用されている手法である。この手法は光情報記録媒体のアドレス情報をグループ(媒体上の案内溝)のウォブリングにエンコードする技術を利用している。エンコードの方法としては、CD-RWのATIPのように周波数変調を用いても、DVD+RWのように位相変調を用いても良い。ウォブルエンコード法は、光情報記録媒体の基板成形時にアドレス情報と一緒に基板に作成

10

20

30

40

50

されるため、生産性に優れると同時に、プリビット法のような特殊なROMビットを形成する必要がないため、基板成形も容易に行えるという利点がある。

【0126】

いま、上述したような記録ストラテジに関するパラメータのプリフォーマット例について、CD-RWの例で説明する。図7及び図8にCD-RW規格の光情報記録媒体1の各領域のフォーマット例を示す。円盤状の光情報記録媒体1において、グループが形成されたグループ形成領域には、半径方向内周側から外周側に向けて、内周部未使用領域2、テスト記録領域3、リードイン領域4、情報記録領域5、リードアウト領域6、外周部未使用領域7が順に割当てられている。

【0127】

このようなCD-RWなる光情報記録媒体1の場合、プリフォーマットされるメディア情報はATIP Extra Informationである。ATIP Extra Informationはアドレス情報を示すATIPを利用した手法である。ATIPはCD-RWディスクにプリフォーマットされたアドレス情報である。CD系のディスクは音楽情報媒体がベースとなった経緯からアドレスは時間情報として表されるため、M:S:Fで表される。ここで、Mは分であり、規格上00~99の範囲をとることが可能であり、Sは秒に相当し、00~59の範囲をとる、Fはフレームであり、00~74の範囲をとる。1分=60秒であり、1秒=75フレームに相当する。M、S、Fには各々8bitの情報が与えられるため、1ATIPフレームの情報量は24bitとなる。M、S、F各々について、0~255の値を与えることが可能であるが、実際には前述の範囲しか利用していない。そのため、使用していないbitを利用すればアドレス以外の情報を付加することが可能となる。この方法を利用したのがATIP Extra Informationである。

【0128】

1ATIPフレームのデータフォーマットは図9に示す通り42bitの情報からなる。最初の4bitは同期部と呼ばれ、フレームの開始を示す部分である。情報記録装置がATIPを再生するときはこの同期部をフレームの開始として認識するために同期パターンという特殊なパターンで構成される。同期部に続く5~28bit目までの24bitがアドレス情報部である。24bitはさらに8bitずつの3つの部分に分割されており、M1~M8の部分がアドレス情報のM（即ち、分）を表し、S1~S8の部分がアドレス情報のS（即ち、秒）を表し、F1~F8の部分がアドレス情報のF（即ち、フレーム）を表す。アドレス情報部に続く29~42bit目までの14bitが「CIRC Remainder」と呼ばれる部分である。CIRC（Cross Interleaved Reed-Solomon Code）を用いた誤り訂正の符号に相当する。

【0129】

CD-RWの標準規格ではアドレス情報のうち、M1、S1、F1の組合せにより、アドレス情報部の内容を以下の7種に分類している。

【0130】

(M1, S1, F1) = (0, 0, 0,) 又は (1, 0, 0) Information 1

(M1, S1, F1) = (1, 0, 1,) : Special Information 1

(M1, S1, F1) = (1, 1, 0,) : Special Information 2

(M1, S1, F1) = (1, 1, 1,) : Special Information 3

(M1, S1, F1) = (0, 0, 1,) : Special Information 1

(M1, S1, F1) = (0, 1, 0,) : Special Information 2

10

20

30

40

50

(M1, S1, F1) = (0, 1, 1,) : Special Information
3

これらの情報のうち、通常アドレス以外の情報をATIP Extra Informationとしている。これらのATIP Extra Informationにはディスク固有の情報が与えられており、その例としては、ディスクの種類に関する情報、記録条件（記録パワーや最適記録パワーを設定するためのパラメータ、ストラテジを規定するパラメータ）などがある。

【0131】

ATIP Extra Informationは光情報記録媒体1のリードイン領域4に入れられており、通常アドレスが9フレーム続いた後にATIP Extra Informationが1フレーム付加される。即ち、6種類のATIP Extra Informationを再生するためには、リードイン領域4を少なくとも60フレーム再生する必要があることになる。

10

【0132】

ここで、本実施の形態の情報記録方法における記録ストラテジを規定するパラメータとして、基本クロック周期Tで規格化された T_{d1}/T 、 T_{d2}/T 、 T_{d2}'/T 、 T_{mp}/T 、 T_{mp}'/T 、 δ_{10} 、 δ_2 、 δ_3 なる8種類を採用し、光情報記録媒体1にプリフォーマットすることを考える。情報はATIP Extra InformationのうちのAdditional Information 1及びAdditional Information 2に入れるものとする。

20

【0133】

Additional Information 1のうち、M1, S1, F1は各々0, 0, 1に固定され、Additional Information 2のうち、M1, S1, F1は各々0, 1, 0に固定されるため、アドレス情報部は図10に示す通りになる。そこで、各bitを以下のパラメータの表現に割当ててことにする。

【0134】

Additional Information 1

(M2, M3, M4) : T_{d1}/T

(M5, M6, M7) : T_{d2}/T

(M8, S2, S3) : T_{d2}'/T

(S4, S5, S6) : T_{mp}/T

(S7, S8, F2) : T_{mp}'/T

(F3, F4, F5) : δ_{10}

(F6, F7, F8) : δ_2

Additional Information 2

(M2, M3, M4) : δ_3

この例では、各パラメータに3bit分の情報量を与えている。即ち、各パラメータ毎に8水準の情報を与えることができる。各bitとパラメータの値（実数）の関係は変換テーブルを用いることで行う。各bitと各パラメータとの変換テーブル11a～11hの例を図12～図19に示す。

30

40

【0135】

いま、或る光情報記録媒体1が以下のパラメータの値で最も良い特性で記録可能であるとする。

【0136】

$T_{d1}/T = 0.50$

$T_{d2}/T = 0.00$

$T_{d2}'/T = 0.25$

$T_{mp}/T = 1.00$

$T_{mp}'/T = 1.60$

$\delta_{10} = 0.38$

50

$$\delta_2 = 0.25$$

$$\delta_3 = 0.28$$

図12～図19に示す変換テーブル11a～11hに基づいて各bitの値を求めると、

Additional Information 1

$$(M2, M3, M4) = (0, 1, 1)$$

$$(M5, M6, M7) = (1, 0, 0)$$

$$(M8, S2, S3) = (1, 0, 1)$$

$$(S4, S5, S6) = (1, 0, 0)$$

$$(S7, S8, F2) = (1, 0, 1)$$

$$(F3, F4, F5) = (0, 1, 0)$$

$$(F6, F7, F8) = (0, 0, 1)$$

Additional Information 2

$$(M2, M3, M4) = (1, 0, 0)$$

となる。従って、Additional Information 1, Additional Information 2にプリフォーマットされる各パラメータのbit情報は図11に示すようになる(ここで、Xは定義されていないため任意である)。

【0137】

物理的な特性が異なり、記録ストラテジの各パラメータのうち最適な値が異なる場合には同様に交換テーブル11a～11hを用いて変換したbit情報をAdditional Information 1及びAdditional Information 2にプリフォーマットしておけばよい。

【0138】

ところで、ウォブルエンコードによる手法では、他の手法と比較すると絶対的な情報量が少なくなる傾向にある。通常、ウォブル周波数は記録情報の周波数に対して、相互干渉が起らない周波数帯域をとる。周波数で30分の1以下、さらに好ましくは100分の1以下である。さらに、変調方式に周波数変調を用いるとさらに情報密度が低下し、CD-RWのATIP Extra Informationのように、アドレス情報の冗長性を利用した場合はさらに情報密度が低下してしまう。

【0139】

もっとも、情報量が不足した場合は、新たな領域を設けても良い。CD-RWの場合は、リードイン領域4にATIP Extra Informationがエンコードされているが、この領域のみで不足する場合は、ディスク内周部又は外周部の未使用領域2又は7にエンコードしても良い。未使用領域2, 7の例としては、PCA (Power Calibration Area=テスト記録領域) よりも内周部やリードアウト領域6の外周部を挙げることができる。

【0140】

また、エンコードされるパラメータは上述した例の如く、実数を2進数に変換した値をエンコードしてもよく、変換テーブルを用いて変換した情報をエンコードしても良い。ただし、何れの方法を用いても情報記録装置上では、エンコードした情報をデコードし、正しく記録ストラテジを設定することができる手段が必要である。

【0141】

[記録ストラテジ生成方法]

CD-RWなる光情報記録媒体1に対応した情報記録装置は、当該光情報記録媒体1への記録動作時(媒体をマウントした場合も含む)に、上記のATIP Extra Informationを再生する。上述した光情報記録媒体1に対応した記録装置では、Additional Information 1を再生することが必要であり、さらにそのbitを実数に変換するための変換テーブルを有することが必要である。情報記録装置はAdditional Information 1及びAdditional Information 2を再生し各bitの値を光情報記録媒体1から得る。そのbit情報に対して変換テーブル11a～11hを用いてパラメータの実数を取得することが

10

20

30

40

50

できる。情報記録装置はこれらのパラメータの実数値を基に最適な記録ストラテジを設定することができる。最適な記録ストラテジが異なる光情報記録媒体1、つまり、各パラメータ値が異なる光情報記録媒体1では、Additional Information 1及びAdditional Information 2に最適なパラメータがプリフォーマットされているため、情報記録装置は光情報記録媒体毎に最適な記録ストラテジを設定することが可能となる。

【0142】

このような記録ストラテジ生成方法の処理手順を図20に示す概略フローチャートを参照して説明する。この処理は、例えば情報記録装置において後述するシステムコントローラにより実行される。

10

【0143】

まず、記録動作に先立ち、マウントされて対象となる光情報記録媒体1からプリフォーマット情報を再生する(ステップS1)。即ち、記録ストラテジに関するパラメータ T_{d1}/T 、 T_{d2}/T 、 T_{d2}'/T 、 T_{mp}/T 、 T_{mp}'/T 、 δ_{10} 、 δ_2 、 δ_3 が記録されているアドレスにアクセスし、そのプリフォーマット情報を再生する。再生されたプリフォーマット情報(パラメータ T_{d1}/T 、 T_{d2}/T 、 T_{d2}'/T 、 T_{mp}/T 、 T_{mp}'/T 、 δ_{10} 、 δ_2 、 δ_3 のbit情報)をデコードする(S2)。即ち、変換テーブル11a~11hを用いて各パラメータ情報をbit情報から実数情報に変換する。そして、変換されたパラメータ T_{d1}/T 、 T_{d2}/T 、 T_{d2}'/T 、 T_{mp}/T 、 T_{mp}'/T 、 δ_{10} 、 δ_2 、 δ_3 の実数情報を用いて最適なマルチパルスパターンとなるように記録ストラテジを生成して設定する(S3)。この後、必要に応じて、最適記録パワーの設定処理を行う(S4)。即ち、設定された記録ストラテジの妥当性検証と最適な記録パワーを設定するために行う試書きであり、試書きの例として、CD-R/RW、DVD+RW/Rで採用されているOPC(Optimum Power Control)を用いても良い。そして、記録動作に際しては、このような動作で決定された記録パワーを用いて所定の記録ストラテジを基に記録を行う(S5)。

20

【0144】

〔情報記録装置〕

次に、前述した記録ストラテジによる情報記録方法を実現するための情報記録装置の構成例について、図21を参照して説明する。

30

【0145】

まず、CD-RWなる光情報記録媒体1に対して、この光情報記録媒体1を回転駆動させるスピンドルモータ21を含む回転制御機構22が設けられているとともに、光情報記録媒体1に対してレーザ光を集光照射させる対物レンズや半導体レーザLD23等のレーザ光源を備えた光ヘッド24がディスク半径方向にシーク移動自在に設けられている。光ヘッド24の対物レンズ駆動装置や出力系に対してはアクチュエータ制御機構25が接続されている。このアクチュエータ制御機構25にはプログラマブルBPF26を含むウォブル検出部27が接続されている。ウォブル検出部27には検出されたウォブル信号からアドレスを復調するアドレス復調回路28が接続されている。このアドレス復調回路28にはPLLシンセサイザ回路29を含む記録クロック生成部30が接続されている。PLLシンセサイザ回路29には速度制御手段としてのドライブコントローラ31が接続されている。

40

【0146】

システムコントローラ32に接続されたこのドライブコントローラ31には、回転制御機構22、アクチュエータ制御機構25、ウォブル検出部27及びアドレス復調回路28も接続されている。

【0147】

また、システムコントローラ17はCPU等を備えた、いわゆるマイコン構成のものであり、前述した変換テーブル11a~11h等を含むROM33を備えている。また、このシステムコントローラ17には、EFMエンコーダ34、マーク長カウンタ35、パ

50

ルス数制御部 36 が接続されている。これらの EFM エンコーダ 34、マーク長カウンタ 35、パルス数制御部 36 及びシステムコントローラ 17 には、発光波形制御手段となる記録パルス列制御部 37 が接続されている。この記録パルス列制御部 37 は、記録ストラテジにより規定されるマルチパルス（オンパルス、オフパルス）を生成するマルチパルス生成部 38 と、エッジセクタ 39 と、パルスエッジ生成部 40 とが含まれている。

【0148】

この記録パルス列制御部 37 の出力側には、記録パワー P_w 、消去パワー P_e 、バイアスパワー P_b の各々の駆動電流源 41 をスイッチングすることで光ヘッド 24 中の半導体レーザ LD 23 を駆動させる光源駆動手段としての LD ドライバ部 42 が接続されている。

【0149】

このような構成において、光情報記録媒体 1 に記録するためには、目的の記録速度に対応する記録線速度となるようにスピンドルモータ 21 の回転数をドライブコントローラ 31 による制御の下、回転制御機構 22 により制御した後に、光ヘッド 24 から得られるプッシュプル信号からプログラマブル BPF 26 によって分離検出されたウォブル信号からアドレス復調するとともに、PLL シンセサイザ回路 29 によって記録チャネルクロックを生成する。次に、半導体レーザ LD 23 による記録パルス列を発生させるため、記録パルス列制御部 37 には記録チャネルクロックと記録情報である EFM データが入力され、記録パルス列制御部 37 中のマルチパルス生成部 38 により図 7 に示したような記録ストラテジに従うマルチパルスを生成し、LD ドライバ部 42 で前述の P_w 、 P_e 、 P_b なる各々の照射パワーとなるように設定された駆動電流源 41 をスイッチングすることで、記録パルス列に従う LD 発光波形を得ることができる。

【0150】

ところで、本実施の形態では、記録パルス列制御部 37 中に、記録チャネルクロック周期の $1/20$ の分解能を有する多段のパルスエッジ生成部 40 を配置しており、エッジセクタ（マルチプレクサ）39 に入力された後、パラメータ T_d1 に基づきシステムコントローラ 32 によって選択されたエッジパルスによって第 1 のパルスの立上り制御信号等を生成する。パルスエッジ生成部 40 用の多段遅延回路は、高分解能のゲート遅延素子やリングオシレータと PLL 回路によって構成することができる。

【0151】

このように生成された第 1 のパルスの立上り制御信号を基準に、パラメータ T_{mp} 、 T_{mp}' 、 δ_1 、 δ_2 、 δ_3 等に基づき基準クロック周期 T に同期したマルチパルス列が生成される。同様に、最終オフパルスの照射時間 $T_{off}(n, m)$ に関しても、パラメータ T_{d2} 或いは T_{d2}' に基づきシステムコントローラ 32 によって選択されたエッジパルスによって最終オフパルスの立上り制御信号等を生成する。

【0152】

また、本実施の形態のような構成の記録パルス列制御部 37 では、EFM エンコーダ 34 から得られる EFM 信号のマーク長を計数するためのマーク長カウンタ 35 が配置されており、そのマークカウント値が $2T$ 増加する毎に 1 組のパルス（パワー P_w によるオンパルスとパワー P_b によるオフパルス）とが生成されるようにパルス数制御部 36 を介してマルチパルスを生成するようにしている。この動作は、第 1 のパルスの後エッジをエッジセクタ 39 で選択した後、次の記録チャネルクロック周期から生成されるエッジパルスで後続のマルチパルスの前エッジを選択し、その次の記録チャネルクロック周期から生成されるパルスエッジでそのマルチパルスの後エッジを選択することで可能となる。

【0153】

別のマルチパルス生成部の構成としては、記録チャネルクロックを 2 分周した記録分周クロックを生成し、これを多段遅延回路を用いてエッジパルスを生成し、エッジセクタで前後のエッジを選択することで記録チャネルクロックが $2T$ 増加する毎に 1 組のパルス（パワー P_w によるオンパルスとパワー P_b によるオフパルス）を生成することもできる。この構成の場合、マルチパルス生成部の実質的な動作周波数は $1/2$ となり、さらに高速記録動作が可能となる。

10

20

30

40

50

【0154】

〔変形例〕

上述した説明では、相変化型の光情報記録媒体への適用例として説明したが、追記のみ可能なCD-R、DVD-R等のいわゆる色素系の光情報記録媒体の場合にも適用可能である。この場合、照射するパワーに関して、 $P_e \equiv P_b$ と見做し、照射パワー P_w によるパルス $P_n(n, i)$ とパルス $P_n(n, i+1)$ との間を照射パワー P で照射する2値パターンとなる。

【0155】

【実施例】

以下、上述の実施の形態に準ずる実施例を説明する。

10

【0156】

【実施例1】

ポリカーボネート製CD-RW用基板上に下部誘電体層、記録層、上部誘電体層、反射層を順次スパッタリング法を用いて成膜した。下部誘電体層材料及び上部誘電体層材料としてZnSにSiO₂を20mol%混合した誘電体を用い、記録層としてAgInSbTe合金に微量のGeを添加した材料を用いた。反射層材料にはAgを用いた。下部誘電体層の膜厚を70nm、記録層膜厚を15nm、上部誘電体層を20nm、反射層を140nmとした。さらに、その上に樹脂製の保護層をスピンコーティング法で成膜し、紫外線を照射することで硬化した。保護層材料は市販のCD用保護層材料である紫外線効果樹脂を用いた。保護層の膜厚は約10μmであった。

20

【0157】

成膜後、記録層は急冷状態にあり、アモルファス状態である。そのため、ディスク全面を結晶化するために、CD-RW用初期化装置を用いて初期化した。初期化は高出力レーザを全面に照射及び走査することで行った。初期化レーザは波長830nmであり、ビーム径は走査方向に1μm、その垂直方向に80μmであった。照射強度は800mW（消費電力）で走査速度は2.5m/sとした。完成したディスクは未記録状態でCD-RWディスクの各規格を満足するものであった。

【0158】

このようなディスクにCDの24倍速相当の記録実験を行った。情報記録・再生装置としてパルステック工業製DDU1000を用い、記録ストラテジ発生装置としてソニーテクトロニクス製AWG610を使用した。作成したストラテジパターンは図7に示すものであり、各パラメータは以下の通りとした。

30

【0159】

$$T = 9.6 \text{ ns}$$

$$T_{mp} / T = 1.125$$

$$T_{mp}' / T = 1.563$$

$$\delta_{10} = 0.30$$

$$\delta_2 = 0.30$$

$$\delta_3 = 0.125$$

$$T_{d1} / T = 0.50$$

$$T_{d2} / T = 0.05$$

$$T_{d2}' / T = 0.10$$

40

このようなパラメータ設定の記録ストラテジを用いて24倍速相当の記録を行った。記録条件は以下の通りである。

【0160】

$$P_w = 32 \text{ mW}$$

$$P_e = 11 \text{ mW}$$

$$v = 28.8 \text{ m/s}$$

$$\text{DOW 回数} = 1 \sim 1000$$

(DOW: Direct Over Writeの略。消去動作を伴わない書換えのこと

50

であり、CD-RW規格では1000回以上可能としている)

記録後にCDの標準速($v = 1.2 \text{ m/s}$)で3Tマークジッタ, 3Tスペースジッタを測定したところ、表1に示すような結果が得られた。

【0161】

【表1】

DOW回数	3Tマークジッタ(ns)	3Tスペースジッタ(ns)
0	16	20
1	27	31
10	24	28
1000	28	33

10

【0162】

表1に示す結果によれば、DOW回数1000回まで、CD-RW標準規格であるジッタ $< 35 \text{ ns}$ 以下なる条件を満足していることを確認できた。

【0163】

【実施例2】

実施例1で作成したCD-RWディスクにCDの8倍速相当の記録を行った。記録ストラテジは実施例1のストラテジ中の T_{mp}/T と T_{mp}'/T のみを変更した。

20

【0164】

$T_{mp}/T = 0.500$ (実施例1の $4/9$)

$T_{mp}'/T = 0.695$ (実施例1の $4/9$)

$T = 28.9 \text{ ns}$

$\delta_1, \delta_2, \delta_3, T_{d1}/T, T_{d2}/T, T_{d2}'/T$ は実施例1と同一の値を用いた。

【0165】

記録条件は以下の通りとした。

【0166】

$P_w = 30 \text{ mW}$

$P_e = 9 \text{ mW}$

$v = 9.6 \text{ m/s}$

DOW回数 = 1 ~ 1000 回

記録後に標準速で3Tマークジッタ, 3Tスペースジッタを測定したところ、表2に示すような結果が得られた。

【0167】

【表2】

DOW回数	3Tマークジッタ(ns)	3Tスペースジッタ(ns)
0	15	17
1	25	28
10	22	25
1000	24	28

30

40

【0168】

表2に示す結果によれば、照射時間 T_{mp}, T_{mp}' を $4/9$ 倍にすることだけで、8倍速相当でも記録可能であることを確認できた。また、DOW回数1000回でも、ジッタ $< 35 \text{ ns}$ であり、良好な特性を示していることを確認できた。

【0169】

50

【実施例 3】

実施例 1、実施例 2 を考慮すると、光情報記録媒体 1 には以下のパラメータ情報をプリフォーマットしておくことで、情報記録装置は最適な記録ストラテジを設定することができる。

【0170】

$$\delta_{10} = 0.30$$

$$\delta_2 = 0.30$$

$$\delta_3 = 0.125$$

$$T_{d1} / T = 0.50$$

$$T_{d2} / T = 0.05, T_{d2}' / T = 0.10$$

$$a = 3.125$$

$$b = 0.188$$

$$\alpha = 3$$

【0171】

【発明の効果】

請求項 1、16 記載の発明によれば、基本的に、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルスを 1 個増加させたマルチパルスにより記録マークを形成する記録ストラテジを利用するので、1 パルス当りの照射時間を基本クロック周期 T に対して長くとれるため、発光の立上りに要する時間の影響を少なくでき、低い記録パワーで高い変調度と低いジッタを実現できる。この際、特に、 $n \geq 7$ の奇数の場合のマルチパルスに関して、第 1 のパルスから第 2 のパルスの周期を $2T$ より広めにするとともに、最終パルス側の周期を $(2 + \delta_{10})T$ とし、 $0 < \delta_{10} \leq 1$ の範囲で δ_{10} を適正化することで、マルチパルスの先頭側と最終側とのバランスの採れたパルス調整となり、最終パルスのみの調整による場合のようにマーク形状が極端に均一でなくなるようなことがなく、全体的に均一性のよいマーク形状となる記録が可能となり、この結果、再生信号の波形の歪みを抑制でき、ジッタ特性を改善することができ、また、 $n \geq 4$ なるマルチパルスに関しては、第 1 のパルス立下り位置を基本クロックに同期させるとともに、第 2 のパルス以降の立下り位置も、最終パルスを除き、 $2.5T$ 周期や $2T$ 周期により基本クロックに同期させているので、実際にストラテジを生成するストラテジ回路の設計の容易化を図ることができる。

【0172】

請求項 2、17 記載の発明によれば、請求項 1、16 記載の発明において、 $2T$ より大きくて基本クロックに同期した第 1 のパルスから第 2 のパルスまでの周期の典型例として $2.5T$ を提供することができる。

【0173】

請求項 3、18 記載の発明によれば、請求項 1、2、16、17 記載の発明において、 n に関して奇数、偶数の何れについても、特性に影響の少ないパラメータを統一しているため、少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0174】

請求項 4、19 記載の発明によれば、請求項 3、18 記載の発明において、特に、 n が $n \geq 6$ なる偶数の場合のマルチパルスに関しては、第 2 のパルス以降の周期を全て $2T$ に統一することができ、より少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0175】

請求項 5、20 記載の発明によれば、請求項 1 ないし 4、16 ないし 19 の何れか一記載の発明において、 T_{d1} 、 δ_2 を光情報記録媒体毎に調整し、記録マークに先行するスペースの終端を規定することにより、各スペース及びマークの実効長とスペース→マークの遷移領域の最適化ができ、ジッタの低減化ができる。

【0176】

請求項 6、21 記載の発明によれば、請求項 1 ないし 5、16 ないし 20 の何れか一記載の発明において、例えば色素系の追記型なる光情報記録媒体に対する 2 値のパワーを用い

10

20

30

40

50

た記録の場合にも適用することができる。

【0177】

請求項7, 22記載の発明によれば、請求項6, 21記載の発明において、例えば相変化記録材料による書換え型なる光情報記録媒体に対する3値のパワーを用いた記録の場合に適用することで、ダイレクトオーバーライトが可能となる。

【0178】

請求項8, 23記載の発明によれば、請求項7, 22記載の発明において、 T_{d2} 、 T_{d2}' を光情報記録媒体毎に調整することにより、記録マーク及びそれに続くスペースの実効長さとし低ジッタの最適化を行うことができる。

【0179】

請求項9, 24記載の発明によれば、請求項8, 23記載の発明において、特性に影響の少ない条件下で極力パルスの共通化を図っているため、より少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0180】

請求項10, 25記載の発明によれば、請求項9, 24記載の発明において、特性に影響の少ない条件下で極力パラメータを少なくしているため、ストラテジ回路をより簡略化することができる。

【0181】

請求項11, 26記載の発明によれば、請求項9, 10, 23, 24記載の発明において、記録時の走査速度に対してパルスの照射時間のデューティ T_{mp}/T のみを変動させることで、異なる走査速度に対応できる記録ストラテジとしているので、少ないパラメータで幅広い走査速度範囲で良好なジッタを実現することができる。特に、基本クロック周期 T に対するパルスの照射時間 T_{mp} を相対的に短くすることにより、走査速度が変化する場合でも記録用の照射パワー P_w の大きさが変わらず記録ストラテジに変更を要しない記録方式を提供できる。

【0182】

請求項12, 27記載の発明によれば、請求項11, 26記載の発明を実現する上で、そのパラメータの最適化を図ることができる。

【0183】

請求項13, 28記載の発明によれば、請求項11, 26記載の発明において、実時間に関しては $n=3$ の場合も $n \geq 4$ の場合と共通化を図ることで、記録ストラテジに関するパラメータを減らすために効果的となる。

【0184】

請求項14, 29記載の発明によれば、請求項11ないし13, 26ないし28の何れか一記載の発明において、記録時の走査速度が変化する場合でも記録ストラテジを変更する必要がなく、少ないパラメータにより幅広い走査速度範囲で良好なジッタを実現することができる。

【0185】

請求項15, 30記載の発明によれば、請求項11, 12, 14, 26, 27, 29記載の発明において、記録時の走査速度が変化する場合でも記録ストラテジを変更する必要がなく、少ないパラメータにより幅広い走査速度範囲で良好なジッタを実現することができる。

【0186】

請求項31記載の発明によれば、記録ストラテジに関するパラメータ情報として最終パルスより1つ前のパルス立下り位置から最終パルスの立下り位置までの時間 $T_{\delta o}$ を規定するパラメータ $\delta_{\delta o}$ の情報がプリフォーマットされているので、情報記録装置が最適な記録条件を満たす記録ストラテジを容易に設定することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態の記録ストラテジの概略を示す波形図である。

【図2】3T, 4T, 5T, 10T及び11Tを抽出してその記録ストラテジの概略を示

10

20

30

40

50

す波形図である。

【図 3】 $T_{on}(n, m)$ とマークデビエーション $D(n)$ との関係を示す特性図である。

【図 4】 最終パルス以外のパルス $T_{on}(n, i)$ とマークデビエーション $D(n)$ との関係を示す特性図である。

【図 5】 走査速度の変化に伴い照射時間のデューティが変化する様子を略図で示す説明図である。

【図 6】 走査速度の変化に伴い照射時間のデューティを変化させる関数を示す特性図である。

【図 7】 光情報記録媒体の領域割当てを示す平面図である。

10

【図 8】 その断面構造図である。

【図 9】 1 A T I P フレームのデータフォーマットを示す説明図である。

【図 10】 アドレス情報部のパラメータのプリフォーマット割当て領域を示す説明図である。

【図 11】 プリフォーマットされた bit 情報例を示す説明図である。

【図 12】 パラメータ T_{d1} 用の変換テーブルを示す説明図である。

【図 13】 パラメータ T_{d2} 用の変換テーブルを示す説明図である。

【図 14】 パラメータ T_{d2}' 用の変換テーブルを示す説明図である。

【図 15】 パラメータ T_{mp} 用の変換テーブルを示す説明図である。

【図 16】 パラメータ T_{mp}' 用の変換テーブルを示す説明図である。

20

【図 17】 パラメータ δ_1 用の変換テーブルを示す説明図である。

【図 18】 パラメータ δ_2 用の変換テーブルを示す説明図である。

【図 19】 パラメータ δ_3 用の変換テーブルを示す説明図である。

【図 20】 記録ストラテジ生成プロセスの概略を示すフローチャートである。

【図 21】 情報記録装置の構成例を示す概略ブロック図である。

【図 22】 従来例の記録ストラテジの概略を示す波形図である。

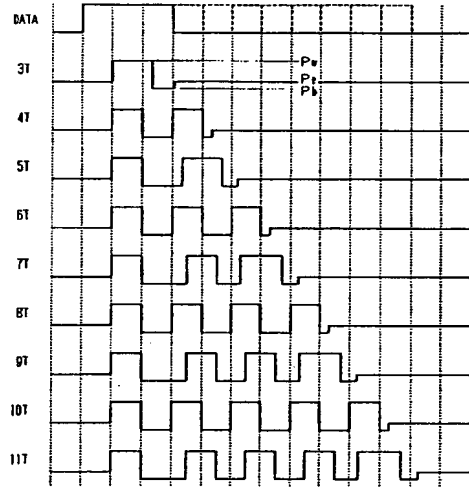
【図 23】 理想的な照射波形に対する実際の発光波形を示す説明図である。

【符号の説明】

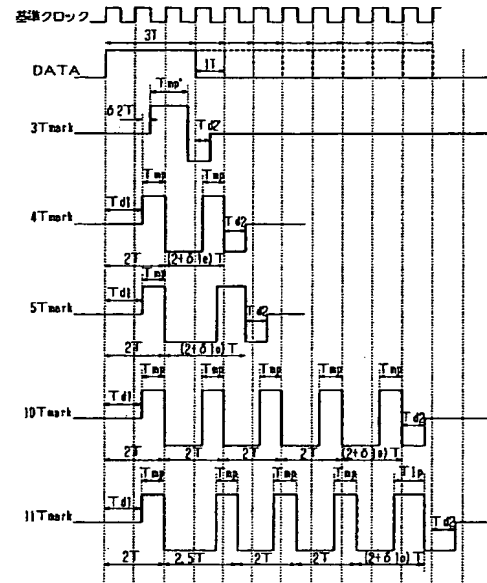
- 1 光情報記録媒体
- 2 2 回転駆動機構
- 2 3 レーザ光源
- 3 1 速度制御手段
- 3 7 発光波形制御手段
- 4 2 光源駆動手段

30

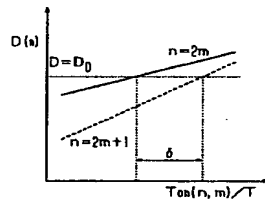
【図 1】



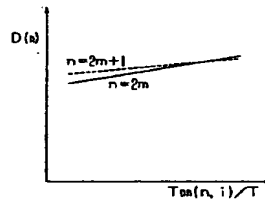
【図 2】



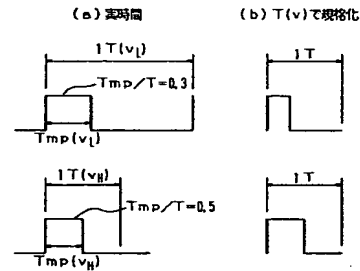
【図 3】



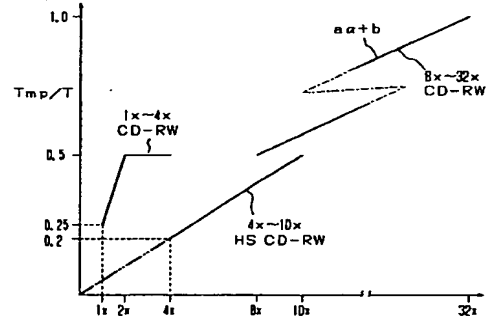
【図 4】



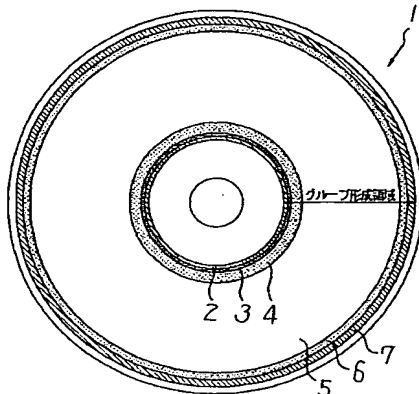
【図 5】



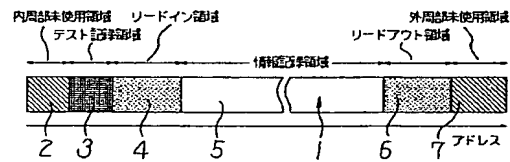
【図 6】



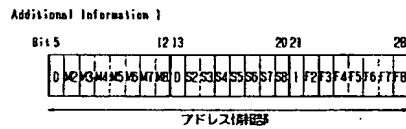
【図 7】



【図 8】



【図 10】



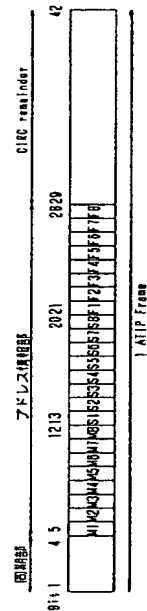
(M2, M3, M4) : Td1
 (M5, M6, M7) : Td2
 (S4, S5, S6) : Td3
 (S7, S8, F2) : Td4
 (F3, S4, F5) : 010
 (F6, F7, F8) : 02

Additional Information 2



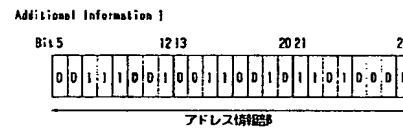
(M2, M3, M4) : 03

【図 9】



(M1, S1, F1) = (0, 0, 0) : 通常アドレス
 (M1, S1, F1) = (1, 0, 1) : Special Information 1
 (M1, S1, F1) = (1, 1, 0) : Special Information 2
 (M1, S1, F1) = (1, 1, 1) : Special Information 3
 (M1, S1, F1) = (0, 0, 1) : Additional Information 1
 (M1, S1, F1) = (0, 1, 0) : Additional Information 2
 (M1, S1, F1) = (0, 1, 1) : Additional Information 3

【図 11】



Additional Information 2



【図 12】

パラメータ: Td1			
M2	M3	M4	値
0	0	0	Td1=0.00
0	0	1	Td1=0.25
0	1	0	Td1=0.38
0	1	1	Td1=0.50
1	0	0	Td1=0.63
1	0	1	Td1=0.75
1	1	0	Td1=0.88
1	1	1	Td1=1.00

【図13】

パラメータ: Td2

M5	M6	M7	値
0	0	0	$Td2/T = -1.00$
0	0	1	$Td2/T = -0.75$
0	1	0	$Td2/T = -0.50$
0	1	1	$Td2/T = -0.25$
1	0	0	$Td2/T = 0.00$
1	0	1	$Td2/T = 0.25$
1	1	0	$Td2/T = 0.50$
1	1	1	$Td2/T = 1.00$

【図15】

パラメータ: Tmp

S4	S5	S6	値
0	0	0	$Tmp/T = 0.50$
0	0	1	$Tmp/T = 0.63$
0	1	0	$Tmp/T = 0.75$
0	1	1	$Tmp/T = 0.88$
1	0	0	$Tmp/T = 1.00$
1	0	1	$Tmp/T = 1.17$
1	1	0	$Tmp/T = 1.33$
1	1	1	$Tmp/T = 1.50$

【図14】

パラメータ: Td2'

M6	S2	S3	値
0	0	0	$Td2'/T = -1.00$
0	0	1	$Td2'/T = -0.75$
0	1	0	$Td2'/T = -0.50$
0	1	1	$Td2'/T = -0.25$
1	0	0	$Td2'/T = 0.00$
1	0	1	$Td2'/T = 0.25$
1	1	0	$Td2'/T = 0.50$
1	1	1	$Td2'/T = 1.00$

【図16】

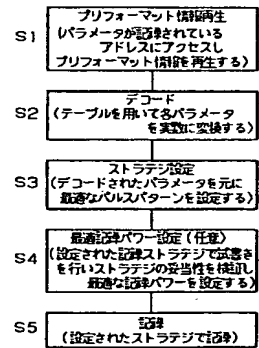
パラメータ: Tmp'

S7	S8	F2	値
0	0	0	$Tmp'/T = 0.50$
0	0	1	$Tmp'/T = 0.75$
0	1	0	$Tmp'/T = 1.00$
0	1	1	$Tmp'/T = 1.20$
1	0	0	$Tmp'/T = 1.40$
1	0	1	$Tmp'/T = 1.60$
1	1	0	$Tmp'/T = 1.80$
1	1	1	$Tmp'/T = 2.00$

【図17】

F3	F4	F5	値
0	0	0	$\delta_{10} = 0.10$
0	0	1	$\delta_{10} = 0.23$
0	1	0	$\delta_{10} = 0.36$
0	1	1	$\delta_{10} = 0.49$
1	0	0	$\delta_{10} = 0.61$
1	0	1	$\delta_{10} = 0.74$
1	1	0	$\delta_{10} = 0.87$
1	1	1	$\delta_{10} = 1.00$

【図20】



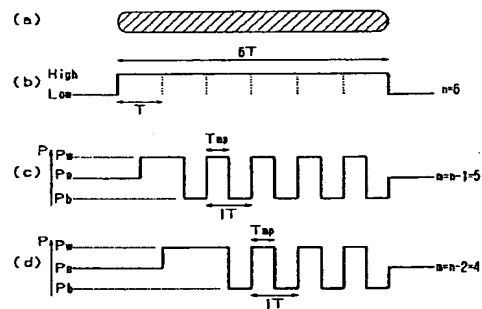
【図18】

F6	F7	F8	値
0	0	0	$\delta_2 = 0.00$
0	0	1	$\delta_2 = 0.25$
0	1	0	$\delta_2 = 0.38$
0	1	1	$\delta_2 = 0.50$
1	0	0	$\delta_2 = 0.63$
1	0	1	$\delta_2 = 0.75$
1	1	0	$\delta_2 = 0.88$
1	1	1	$\delta_2 = 1.00$

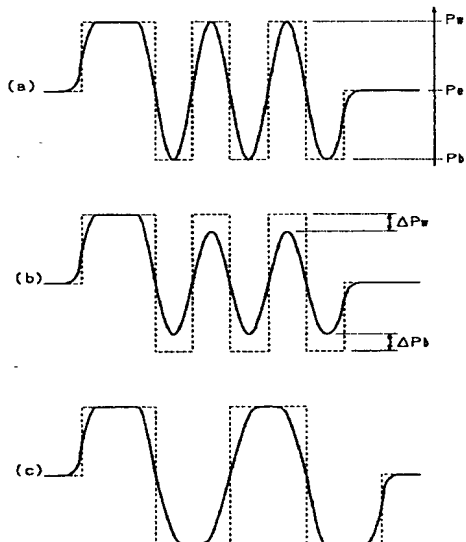
【図19】

M2	M3	M4	値
0	0	0	$\delta_3 = 0.00$
0	0	1	$\delta_3 = 0.07$
0	1	0	$\delta_3 = 0.14$
0	1	1	$\delta_3 = 0.21$
1	0	0	$\delta_3 = 0.28$
1	0	1	$\delta_3 = 0.35$
1	1	0	$\delta_3 = 0.42$
1	1	1	$\delta_3 = 0.50$

【 2 2 】



【 ☒ 2 3 】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5D090 AA01 BB05 CC01 DD03 EE02 FF07 FF21 GG33 KK04 KK05
5D119 AA23 AA24 BA01 BB04 DA01 HA47 HA60
5D789 AA23 AA24 BA01 BB04 DA01 HA47 HA60

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.